

Agricultura Tropical

Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas



Vol. 1

Produção e
produtividade agrícola

Embrapa

Ana Christina Sagebin Albuquerque
Aliomar Gabriel da Silva

Editores Técnicos

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Agricultura Tropical

Quatro décadas de inovações tecnológicas,
institucionais e políticas

Vol. 1
Produção e produtividade agrícola

Ana Christina Sagebin Albuquerque
Aliomar Gabriel da Silva

Editores Técnicos

Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final), Ed. Sede
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4433
Fax: (61) 3347-1041
sac@embrapa.br
www.embrapa.br

Coordenação editorial
Fernando do Amaral Pereira
Mayara Rosa Carneiro
Lucilene M. de Andrade

Supervisão editorial
Juliana Meireles Fortaleza

Revisão de texto e normalização bibliográfica
Cleide Maria de Oliveira Passos

Projeto gráfico e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Ilustração da capa
Alex Ferreira Martins

Editoração eletrônica
Carlos Eduardo Felice Barbeiro
Júlio César da Silva Delfino

Tratamento de figuras e tabelas
Grazielle Tinassi Oliveira
Samuel Rodrigues Falcão
Alex Ferreira Martins

1ª edição

1ª impressão (2008): 1.500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas / editores técnicos, Ana Christina Sagebin Albuquerque, Aliomar Gabriel da Silva. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
[] v. : il. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

Conteúdo: v. 1. Produção e produtividade agrícola – v. 2. Utilização sustentável dos recursos naturais.

ISBN 978-85-7383-432-1 v. 1

ISBN 978-85-7383-433-8 v. 2

1. Agricultura sustentável. 2. Instituição de pesquisa. 3. Políticas públicas. 4. Produção agrícola. 5. Recurso natural. 6. Tecnologia. I. Albuquerque, Ana Christina Sagebin. II. Silva, Aliomar Gabriel da. III. Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. IV. Título: Produção e produtividade agrícola.

CDD 630.72

© Embrapa, 2008

Editores Técnicos

Ana Christina Sagebin Albuquerque

Engenheira agrônoma, Mestre em Fitotecnia, pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Assessoria da Diretoria-Executiva, Presidência, 70770-901, Brasília, DF
ana.albuquerque@embrapa.br, ana@cnpt.embrapa.br

Aliomar Gabriel da Silva

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Nutrição Animal, pesquisador aposentado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), consultor autônomo, Avenida Sabará, 166, Parque Sabará, 13567-720, São Carlos, SP
aliomargabrielasilva@hotmail.com

Autores

Ademir Calegari

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Solos), pesquisador da Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Rodovia Celso Garcia Cid, Km 375, Caixa Postal 481, 86001-970, Londrina, PR
calegari@iapar.br

Alba Rejane Nunes Farias

Bióloga, Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
alba@cnpmf.embrapa.br

Alberto Carlos de Queiroz Pinto

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético de Frutas Tropicais, pesquisador aposentado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), consultor técnico da área de Fruticultura Tropical, SHCGN 706, Bloco P, casa 13, 70740-716, Brasília, DF
alcap@terra.com.br

Alberto Duarte Vilarinhos

Engenheiro agrônomo, Doutor em Biologia Molecular, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
vila@cnpmf.embrapa.br

Alcido Elenor Wander

Engenheiro agrônomo, Doutor em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
awander@cnpaf.embrapa.br

Alexandre Hoffmann

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, 95700-000, Bento Gonçalves, RS
hoffmann@cnpuv.embrapa.br

Alfredo do Nascimento Junior

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
alfredo@cnpt.embrapa.br

Alfredo Scheid Lopes

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, professor emérito da Universidade Federal de Lavras (Ufla), Departamento de Ciência do Solo, 37200-000, Lavras, MG
ascheidl@ufla.br

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas (Genética), pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza, CE
cristina@cnpat.embrapa.br

Antônio César Rocha Cavalcante

Médico-veterinário, Doutor em Parasitologia, pesquisador da Embrapa Caprinos, 62010-970, Sobral, CE
cesar@cnpc.embrapa.br

Antonio Dias Santiago

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, 57100-000, Rio Largo, AL
santiago@cpatc.embrapa.br

Antonio Faganello

Engenheiro mecânico, Mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
afaganel@cnpt.embrapa.br

Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, reitor do Centro Universitário de Sete Lagoas (Unifemm), Av. Marechal Castelo Branco, 2.765, Santo Antônio, 35701-242, Sete Lagoas, MG
bahia@unifemm.edu.br

Antonio José de Araújo

Engenheiro florestal, Ph.D. em Genética Florestal, professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Departamento de Engenharia Florestal, BR 153, Km 7, Riozinho, Caixa Postal 21, 84500-000, Irati, PR
dearaujo@onda.com.br

Antonio Rioyei Higa

Engenheiro florestal, Doutor em Melhoramento Florestal, professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua Lothário Meissner, 3.400, Jardim Botânico, 80210-170, Curitiba, PR
higa@ufpr.br

Antonio Roberto Marchese de Medeiros

Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Clima Temperado, Avenida Arthur Augusto Assumpção, 797, Laranjal, 96090-040, Pelotas, RS
emedemedeiros@ig.com.br

Arcenio Sattler

Engenheiro mecânico, Mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
arcenio@cnpt.embrapa.br

Augusto Arlindo Simon

Engenheiro florestal, gerente de silvicultura da Tanagro S.A., Rua Torbjorn Weibull, 199, 95780-000, Montenegro, RS
aasimon@tanac.com.br

Augusto Carlos Baier

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Trigo, 96400-970, Bagé, RS
augustobaier@yahoo.com.br

Avílio Antônio Franco

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, 23890-000, Seropédica, RJ
avilio@cnpab.embrapa.br, afranco@finep.gov.br

Beatriz da Silveira Pinheiro

Engenheira agrônoma, Doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
beatriz@cnpaf.embrapa.br

Benami Bacaltchuk

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Comunicação de Massa e Jornalismo, pesquisador aposentado da Embrapa Trigo, diretor-presidente da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Caixa Postal 44, 90130-060, Porto Alegre, RS
benami-bacaltchuk@fepagro.rs.gov.br

Bernardo van Raij

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, pesquisador científico do Instituto Agronômico (IAC), Centro de Solos e Recursos Ambientais, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP
bvanraij@iac.sp.gov.br

Bonifacio Hideyuki Nakasu

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético de Fruteiras, pesquisador aposentado da Embrapa Clima Temperado, diretor técnico da Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal (Fapeg), Caixa Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS
boni@cpact.embrapa.br

Cacilda Borges do Valle

Engenheira agrônoma, Doutora em Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, 79002-970, Campo Grande, MS
cacilda@cnpgc.embrapa.br

Carlos Alberto Lopes

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília, DF
clopes@cnph.embrapa.br

Carlos Estevão Leite Cardoso

Engenheiro agrônomo, Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
estevao@cnpmf.embrapa.br

Carlos Magri Ferreira

Engenheiro agrônomo, Doutor em Desenvolvimento Sustentável, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
magri@cnpaf.embrapa.br

Carlos Maurício Soares de Andrade

Engenheiro agrônomo, Doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Acre, 69908-970, Rio Branco, AC
mauricio@cpafac.embrapa.br

Carlos Nabinger

Engenheiro agrônomo, Doutor em Zootecnia, professor-adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS
nabinger@ufrgs.br

Célio Kersul do Sacramento

Engenheiro agrônomo, Doutor em Produção Vegetal (Fruticultura), professor-titular da Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc), Ilhéus, BA
kersul@uesc.br

Cláudia Silva da Costa Ribeiro

Engenheira agrônoma, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília, DF
claudia@cnph.embrapa.br

Claudio Horst Bruckner

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, 36571-000, Viçosa, MG
bruckner@ufv.br

Claudio Roberto Madruga

Médico-veterinário, Doutor em Parasitologia, pesquisador aposentado da Embrapa Gado de Corte, professor-visitante da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Escola de Medicina-Veterinária, Avenida Adhemar de Barros, 500, Ondina, 40110-1170, Salvador, BA

claudio.madruga@pq.cnpq.br, crmadruga@ufba.br

Derli Prudente Santana

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fertilidade de Solos, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, 35700-001, Sete Lagoas, MG

derli@cnpmc.embrapa.br

Dirceu João Duarte Talamini

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Agrícola, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC

talamini@cnpsa.embrapa.br

Domicio do Nascimento Júnior

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento de Plantas, professor-titular da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Centro, 36571-000, Viçosa, MG

domicio@ufv.br

Domingo Haroldo Reinhardt

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 7, 44380-000, Cruz das Almas, BA

dharoldo@cnpmf.embrapa.br

Éberson Sanches Calvo

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética, diretor-superintendente da Tropical Melhoramento e Genética (TMG), Rodovia Celso Garcia Cid, Km 87, Caixa Postal 387, 86183-600, Cambé, PR

eberson@tmg.agr.br

Eder Jorge de Oliveira

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA

eder@cnpmf.embrapa.br

Edinardo Ferraz

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitotecnia, pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Avenida General San Martin, 1.371, Bonji, Caixa Postal 1.022, 50761-000, Recife, PE

edinardo@ipa.br

Edson Eduardo Melo Passos

Biólogo, Mestre em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju, SE

edson@cpatc.embrapa.br

Edson Jair Iorczeski

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
iorcz@cnpt.embrapa.br

Eduardo Delgado Assad

Engenheiro agrícola, Doutor em Hidrologia e Matemática, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, 13083-886, Campinas, SP
assad@cnptia.embrapa.br

Ekkehard Gutjahr

Engenheiro agrônomo, Bs. em Fitotecnia, consultor do convênio GTZ/Idam/Ambev: Cooperação Técnica Alemã (GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH), Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (Idam) e Companhia de Bebidas das Américas (Ambev), Rua KL, 10, Conjunto Morada do Sol, Bairro Aleixo, 69060-000, Manaus, AM
e.gutjahr@uol.com.br

Elaine Bahia Wutke

Engenheira agrônoma, Doutora em Engenharia Agrônoma (Fitotecnia), pesquisadora científica do Instituto Agrônomo (IAC), Centro de Grãos e Fibras – Leguminosas, Avenida Barão de Itapura, 1.481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, SP
ebwutke@iac.sp.gov.br

Elessandra Aparecida Bento Mourão

Economista, Mestre em Agronegócio, analista da Embrapa Café, 70770-901, Brasília, DF
elessandra.mourao@embrapa.br

Eleusio Curvêlo Freire

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, diretor da Cotton Consultoria, Rua Estelita Cruz, 459, Edifício Antares, apt. 501, Alto Branco, 58102-570, Campina Grande, PB
eleusiofreire@hotmail.com

Eliseu Roberto de Andrade Alves

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Agrícola, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 70770-901, Brasília, DF
eliseu.alves@embrapa.br

Elisio Contini

Administrador público, Doutor em Economia Pública, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Assessoria de Relações Internacionais (ARI), 70770-901, Brasília, DF
contini@embrapa.br

Elmar Luiz Floss

Engenheiro agrônomo e licenciado em Ciências, doutor em Agronomia, professor-titular da Universidade de Passo Fundo, Campus I, Bairro São José, Caixa Postal 971, 99001-970, Passo Fundo, RS
floss@upf.br

Emilio da Maia de Castro

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
emilio@cnpaf.embrapa.br

Eneas Reis Leite

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ecologia e Manejo de Pastagens Nativas, pesquisador da Embrapa Caprinos, 62011-970, Sobral, CE
eneas@cnpc.embrapa.br

Euclides Minella

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
eminella@cnpt.embrapa.br

Evandro Chartuni Mantovani

Engenheiro agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE), 70770-901
evandro.mantovani@embrapa.br

Fabiana Xavier Costa

Bióloga, Doutoranda em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), professora da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, Sítio Cajuezeiro, Zona Rural, 58884-000, Catolé do Rocha, PB
fabyxavierster@gmail.com

Fábio Gelape Faleiro

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina, DF
ffaleiro@cpac.embrapa.br

Fábio Rodrigues de Miranda

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Engenharia de Biosistemas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza, CE
fabio@cnpat.embrapa.br

Fábio Silva Macêdo

Engenheiro agrônomo, Doutorando em Agronomia (Fitotecnia), analista da Embrapa Transferência de Tecnologia, 70770-901, Brasília, DF
fsmacedo@yahoo.com.br

Fernando Irajá Félix de Carvalho

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento Vegetal, professor-associado da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS
carvalho@ufpel.tche.br

Fernando Mendes Pereira

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitotecnia, professor da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Jaboticabal, SP
inagrojab@yahoo.com.br

Flavio Gilberto Herter

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ecofisiologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
herter@cpact.embrapa.br

Francides Gomes da Silva Junior

Engenheiro florestal, Doutor em Engenharia Química, professor-associado da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Avenida Pádua Dias, 11 – LCF, Agronomia, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP
fgomes@esalq.usp.br

Francisco José Becker Reifschneider

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Assessoria de Relações Internacionais (ARI), 70359-970, Brasília, DF
francisco.reifschneider@embrapa.br

Francisco José Gemma Bongers

Engenheiro florestal, diretor-geral da Floranet Serv. Administrativos Ltda., Estrada HBR 40, Zona Rural, Caixa Postal 80, 13825-000, Holambra, SP
bongers@floranet.com.br

Francisco Rodrigues Freire Filho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, 64006-220, Teresina, PI
freire@cpamn.embrapa.br

Francisco Selmo Fernandes Alves

Médico-veterinário, Ph.D. em Patologia, pesquisador da Embrapa Caprinos, 62010-970, Sobral, CE
selmo@cnpc.embrapa.br

Francisco Vilela Resende

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Gama, DF
fresende@cnph.embrapa.br

Gabriel Ferreira Bartholo

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Café, 70770-901, Brasília, DF
gabriel@embrapa.br

Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa

Engenheiro agrônomo, Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, professor-adjunto da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Centro de Ciências Agrárias, coordenador do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), BR 104 Norte, Km 85, 57000-000, Rio Largo, AL
gvsb@fapeal.br

Gerardo Nicolas Árias Duran y Veiga

Engenheiro agrônomo, Doutor em Melhoramento Vegetal, pesquisador aposentado da Embrapa Trigo, Constituyente, 1.436, apt. 901, 11200, Montevideo, Uruguay
gerardoarias6@hotmail.com, ariasgerardo6@yahoo.es

Gerson Neudí Scheuermann

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC
gerson@cnpas.embrapa.br

Gilberto Rocca da Cunha

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
cunha@cnpt.embrapa.br

Gilmar Arduino Bettio Marodin

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fruticultura, professor-adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS
marodin@ufrgs.br

Giselle Mariano Lessa de Assis

Zootecnista, Doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Acre, 6990897, Rio Branco, AC
giselle@cpafac.embrapa.br

Guilherme Nunes de Souza

Médico-veterinário, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
gnsouza@cnpgl.embrapa.br

Gutemberg Barone Araújo Nojosa

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitopatologia, coordenador de Assuntos Internacionais Fitossanitários do Departamento de Negociações Sanitárias e Fitossanitárias (Dasf), da Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio (SRI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Esplanada dos Ministérios, Bloco D, sala 349, 70043-900, Brasília, DF
gutemberg.barone@agricultura.gov.br

Helton Damin da Silva

Engenheiro florestal, Doutor em Silvicultura e Solos Tropicais, pesquisador da Embrapa Florestas, 83411-000, Colombo, PR
helton@cnpf.embrapa.br

Helvécio De-Polli

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Solos e Plantas Cultivadas, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, 23890-000, Seropédica, RJ
depolli@cnpab.embrapa.br

Henrique Pereira dos Santos

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
hpsantos@cnpt.embrapa.br

Hilton Silveira Pinto

Engenheiro agrônomo, Doutor em Estatística e Meteorologia, pesquisador-associado da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), Caixa Postal 1.170, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo, 13083-970, Campinas, SP
hilton@cpa.unicamp.br

Ildo Eliezer Lederman

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fisiologia vegetal (Fruticultura), pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Avenida General San Martin, 1.371, Bonji, 50761-000, Recife, PE
ildo@ipa.br

Ilza Maria Sittolin

Bióloga, Doutora em Virologia, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, 64006-220, Teresina, PI
ilza@cpamn.embrapa.br

Irenilza de Alencar Nääs

Engenheira civil, Doutora em Engenharia Agrícola, professora-titular colaboradora da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri), Departamento de Construções Rurais, Área Experimental de Ambiência, Cidade Universitária, Caixa Postal 6.011, 13081-970, São Paulo, SP
irenilza@agr.unicamp.br

Ivan Dagoberto Faoro

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri), Estação Experimental de Caçador, Caixa Postal 591, 89500-000, Caçador, SC
faoro@EPAGRI.rct-sc.br

Ivan Sergio Freire de Sousa

Sociólogo, Doutor em Sociologia, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE), 70770-901, Brasília, DF
ivan.sousa@embrapa.br

Jalmi Guedes Freitas

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitotecnia, analista da Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB
jalmiguedes@gmail.com

Jarbas Yukio Shimizu

Engenheiro florestal, Ph.D. em Genética Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, 83411-000, Colombo, PR
jarbas@cnpf.embrapa.br

João Ambrósio de Araújo Filho

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Pastagem e Forragicultura, professor da Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA), Avenida da Universidade, 850, Campus da Betânia, 62040-37, Sobral, CE
ambrosio.filho@uol.com.br

João Bernardi

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, 95200-000, Vacaria, RS
bernardi@cnpuv.embrapa.br

João Carlos Garcia

Engenheiro agrônomo, Doutor em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, 35700-001, Sete Lagoas, MG
garcia@cnpms.embrapa.br

João Leonardo Fernandes Pires

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
pires@cnpt.embrapa.br

João Louis Marcelino Pereira

Graduação em Agricultura Tropical pela Egerton University, no Quênia, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Centro de Pesquisa do Cacau (Cepec), Seção de Fitopatologia, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22, Zona Rural, Caixa Postal 7, 45600-000, Itabuna, BA
pereira@cepec.gov.br

João Nunes de Vasconcelos

Engenheiro químico, Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, professor- associado da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Campus A. C. Simões, BR 104 Norte, Km 97, Tabuleiro do Martins, Cidade Universitária, 57072-970, Maceió, AL
jnunes@ctec.ufal.br

João Ribeiro Crisóstomo

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza, CE
crisost@cnpat.embrapa.br

João Rodrigues de Paiva

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza CE
paiva@cnpat.embrapa.br

John Furlong

Médico-veterinário, Doutor em Parasitologia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
john@cnpgl.embrapa.br

Jonas Irineu dos Santos Filho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC
jonas@cnpsa.embrapa.br

Jorge Luiz Loyola Dantas

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
loyola@cnpmf.embrapa.br

José Carlos Cruz

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Manejo e Conservação de Solos, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, 35700-001, Sete Lagoas, MG
zecarlos@cnpms.embrapa.br

José de Brito Lourenço Júnior

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-100, Belém, PA
lourenco@cpatu.embrapa.br

José Edmar Urano de Carvalho

Engenheiro agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-100, Belém, PA
urano@cpatu.embrapa.br

José Eduardo Butolo

Biólogo, Doutor em Ciências, diretor da Supremais Produtos Bioquímicos Ltda., Alameda Flávia, 69/169, Chácara Dois Córregos, Caixa Postal 600, 13278-180, Valinhos, SP
butolo@supremais.com.br

José Elidney Pinto Júnior

Engenheiro florestal, Doutor em Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Florestas, 83411-000, Colombo, PR
zeito@cnpf.embrapa.br

José Eloir Denardin

Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
denardin@cnpt.embrapa.br

José Francisco Martins Pereira

Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
jfmp@cpact.embrapa.br

José Francismar de Medeiros

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), BR 110, Km 47, 59625-900, Mossoró, RN
jfmedeir@ufersa.edu.br

José Garcia Gasques

Engenheiro agrônomo, Doutor em Economia, técnico de pesquisa e planejamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), coordenador geral de planejamento estratégico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Assessoria de Gestão Estratégica, Esplanada dos Ministérios, Bloco D, sala 752, 70043-900, Brasília, DF
jose.gasques@agricultura.gov.br

José Ivo Baldani

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, 23890-000, Seropédica, RJ
ibaldani@cnpab.embrapa.br

José Luis Duarte Coelho

Engenheiro agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, ex-professor da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), gerente nacional de vendas corporativas, John Deere Company, Avenida Braz Olaia Acosta, 727, salas 1.707 e 1.708, Jardim Califórnia, 14026-040, Ribeirão Preto, SP
coelhojose@johndeere.com

José Luiz Petri

Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri), Estação Experimental de Caçador, Caixa Postal 591, 89500-000, Caçador, SC
petri@epagri.rct-sc.br

José Monteiro Soares

Engenheiro agrônomo, Doutor em Recursos Naturais, pesquisador aposentado da Embrapa Semi-Árido, Rua José Rabelo Padilha, 918, apt. 302, Centro, 56302-090, Petrolina, PE
monteiro@cpatsa.embrapa.br

José Otavio Brito

Engenheiro florestal, Especialista em Recursos Energéticos Florestais, professor-titular da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal 9, Avenida Pádua Dias, 11, Agronomia, 13418-900, Piracicaba, SP
jotbrito@esalq.usp.br

Jose Renaldi Feitosa Brito

Médico-veterinário, Ph.D. em Microbiologia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
jrfbrito@cnppl.embrapa.br

José Ribamar Felipe Marques

Zootecnista, Doutor em Genética, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-100, Belém, PA
marques@cpatu.embrapa.br

Josué Francisco da Silva Junior

Engenheiro agrônomo, Mestre em Ciência Agrárias (Fruticultura Tropical), pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju, SE
josue@cpatc.embrapa.br

Judson Ferreira Valentim

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Acre, 69908-970, Rio Branco, AC
judson@cpafac.embrapa.br

Juliana Degenhardt

Engenheira agrônoma, Doutora em Melhoramento Vegetal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
juliana@cpact.embrapa.br

Julio Cesar Albrecht

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina, DF
julio@cpac.embrapa.br

Jurandir Zullo Júnior

Engenheiro agrícola e matemático, Doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), Coordenadoria de Centros e Núcleos (Cocen), Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083-970, Campinas, SP
jurandir@cpa.unicamp.br

Kepler Euclides Filho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Melhoramento Genético Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, atualmente diretor-executivo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 70770-901, Brasília, DF
kepler.filho@embrapa.br

Leandro do Prado Wildner

Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia (Biodinâmica e Produtividade do Solo), pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Centro de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina (Cepaf), Servidão Ferdinando Tusset, Bairro São Cristóvão, Caixa Postal 791, 89801-970, Chapecó, SC
lpwild@epagri.sc.gov.br

Leandro Silva do Vale

Engenheiro agrônomo, Mestrando em Agricultura Tropical na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), estagiário da Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB
leandroferligran@hotmail.com

Leonardo Silva Boiteux

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília, DF
boiteux@cnph.embrapa.br

Levi de Moura Barros

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza, CE
levi@cnpat.embrapa.br

Lia Rosane Rodrigues

Engenheira agrônoma, Doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Laboratório de Cultura de Tecidos, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS
lia-rodrigues@fepagro.rs.gov.br, liarr@yahoo.com.br

Liana Brentano

Médica-veterinária, Ph.D. em Virologia, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, 79800-000, Concórdia, SC
liana@cnpsa.embrapa.br

Loiva Maria Ribeiro de Mello

Economista, Mestre em Socioeconomia, pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, 95700-000, Bento Gonçalves, RS
loiva@cnpuv.embrapa.br

Luciano da Silva Souza

Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
lsouza@cnpmf.embrapa.br

Luis Antonio Suita de Castro

Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia (Virologia), pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
suita@cpact.embrapa.br

Luis Carlos Federizzi

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, professor-titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Avenida Bento Gonçalves, 7.712, Caixa Postal 15.100, 91501-970, Porto Alegre, RS
00002898@ufrgs.br

Luis Eduardo Corrêa Antunes

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
antunes@cpact.embrapa.br

Luis Fernando Stone

Engenheiro agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
stone@cnpaf.embrapa.br

Luiz Ataiades Jacobsen

Engenheiro agrônomo, Mestre em Integração Latino-Americana, assistente técnico da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/RS), Avenida Brasil, 480, 2º andar, 99010-001, Passo Fundo, RS
jacobsen@emater.tche.br

Luiz Carlos Donadio

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, professor-titular da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Rua 24 de Maio, 859, oitavo andar, apt. 801, 14870-350, Jaboticabal, SP
luizdonadio@ig.com.br

Luiz da Silva Vieira

Médico-veterinário, Doutor em Parasitologia, pesquisador da Embrapa Caprinos, 62010-970, Sobral, CE
lvieira@cnpc.embrapa.br

Luiz Octavio Danin de Moura Carvalho

Engenheiro agrônomo, Especialista em Produção Animal (bubalinocultura), assessor técnico da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Pará (Faepa), pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-240, Belém, PA
mouracarvalho@faepanet.com.br

Manuel Cláudio Motta Macedo

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, 79002-970, Campo Grande, MS
macedo@cnpgc.embrapa.br

Marcelo Fernandes de Oliveira

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, 86001-970, Londrina, PR
marcelo@cnpsoc.embrapa.br

Marcelo Fideles Braga

Engenheiro agrônomo, Mestre em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina, DF
fideles@cpac.embrapa.br

Marcelo Teixeira Pacheco

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento Vegetal, professor-adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Avenida Bento Gonçalves, 7.712, Caixa Postal 15.100, 91501-970, Porto Alegre, RS
00009394@ufrgs.br

Márcia Cristina de Azevedo Prata

Médica-veterinária, Doutora em Parasitologia, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
mprata@cnvgl.embrapa.br

Márcio Só e Silva

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
soesilva@cnpt.embrapa.br

Maria Aparecida Vasconcelos Paiva e Brito

Farmacêutica e bioquímica, Ph.D. em Microbiologia, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
mavpaiva@cnvgl.embrapa.br

Maria do Carmo Bassols Raseira

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Ciências Vegetais (Melhoramento Genético de Fruteiras), pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS
bassols@cpact.embrapa.br

Maria do Perpétuo Socorro Cortez Bona do Nascimento

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Manejo de Pastagem Nativa, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, 64006-220, Teresina, PI
sbona@cpamn.embrapa.br

Maria do Rosário Lobato Rodrigues

Engenheira agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
mrosario@cpaa.embrapa.br

Maria José Del Peloso

Engenheira agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
mjpeloso@cnpaf.embrapa.br

Martha Mayumi Higarashi

Química, Doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC
martha@cnpsa.embrapa.br

Maurisrael de Moura Rocha

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, 64006-220, Teresina, PI
mmrocha@cpamn.embrapa.br

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB
napoleao@cnpa.embrapa.br

Nelson Morés

Médico-veterinário, Mestre em Patologia Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 79800-000, Concórdia, SC
mores@cnpsa.embrapa.br

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina, DF
junqueir@cpac.embrapa.br

Nirlene Junqueira Vilela

Economista, Mestre em Economia Aplicada, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília, DF
nirlene@cnph.embrapa.br

Norimar D'Ávila Denardin

Bióloga, Doutora em Ciência do Solo, professora da Universidade de Passo Fundo (UPF), Faculdade de Agronomia e Medicina-Veterinária, Campus I, Rodovia BR 285, Km 171, Bairro São José, Caixa Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, RS
norimar@upf.br

Norton Amador da Costa

Médico-veterinário, Especialista em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-100, Belém, PA
norton@cpatu.embrapa.br

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Engenheiro agrícola, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB
odilon@cnpa.embrapa.br

Odilson Luiz Ribeiro e Silva

Engenheiro agrônomo, presidente do Comitê de Normas da Convenção Internacional de Proteção de Plantas (CIPV), Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), e secretário substituto da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Esplanada dos Ministérios, Bloco D, Anexo B, sala 406, 70043-900, Brasília, DF
odilson.silva@agricultura.gov.br

Olímpio Crisóstomo Ribeiro

Médico-veterinário, Ph.D. em Patologia Veterinária, professor da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), Curso de Medicina-Veterinária, Campus III, Avenida Alexandre Herculano, 1.400, Jardim Veraneio, 79002-080, Campo Grande, MS
olimpio@brturbo.com.br.

Orlando Peixoto de Moraes

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO
peixoto@cnpaf.embrapa.br

Orlando Sampaio Passos

Engenheiro agrônomo, Fitotecnista, Especialista em citros, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
orlando@cnpmf.embrapa.br

Orozimbo Silveira Carvalho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas e Ciência e Tecnologia de Sementes), pesquisador da Embrapa Transferência de Tecnologia, Escritório de Negócios de 99001-970, Passo Fundo, RS
orozimbo@cnpt.embrapa.br

Oswaldo Kiyoshi Yamanishi

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Produção Vegetal, professor da Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Agronomia e Medicina-Veterinária, Caixa Postal 4.508, 70910-970, Brasília, DF
kiyoshi@unb.br

Patrícia Coelho de Souza Leão

Engenheira agrônoma, Doutora em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, 56300-970, Petrolina, PE
patricia@cpatsa.embrapa.br

Patrícia Menezes Santos

Engenheira agrônoma, Doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, 13560-970, São Carlos, SP
patricia@cnpse.embrapa.br

Patrícia Silva Ritschel

Engenheira agrônoma, Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Molecular), pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, 95700-000, Bento Gonçalves, RS
patricia@cnpuv.embrapa.br

Paulo Armando Victoria de Oliveira

Engenheiro agrícola, Ph.D. em Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC
paolive@cnpva.embrapa.br

Paulo Cesar Afonso Júnior

Engenheiro agrícola, Doutor em Tecnologia Pós-colheita, pesquisador da Embrapa Café, 70770-901, Brasília, DF
paulo.junior@embrapa.br

Paulo César Tavares de Melo

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor-titular da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Departamento de Produção Vegetal, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP
pctmelo@esalq.usp.br

Paulo César Teixeira

Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
paulo.teixeira@cnpaa.embrapa.br

Paulo do Carmo Martins

Economista, Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, 36038-330, Juiz de Fora, MG
pmartins@cnpGL.embrapa.br

Paulo Renato Herrmann

Engenheiro agrícola, diretor de marketing e vendas da América do Sul, John Deere Company, Avenida Engenheiro Jorge A. D. Logemann, 600, Distrito Industrial, 98980-000, Horizontina, RS
herrmannpaulor@johndeere.com

Paulo Roberto Simonetto

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fruticultura, pesquisador do Centro de Pesquisa da Serra da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), RST 470, Km 115, Caixa Postal 44, 93550-000, Veranópolis, RS
paulosimonetto@bol.com.br

Paulo Sérgio Rosa

Zootecnista, Doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, 89700-000, Concórdia, SC
prosa@cnpsa.embrapa.br

Raffaella Rossetto

Engenheira agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (Apta), Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Sul, Rodovia Piracicaba, Rio Claro, Km 2, Guamium, 13400-970, Piracicaba, SP
raffaella@aptaregional.sp.gov.br

Raimundo Nonato Colares Camargo Júnior

Médico-veterinário, Mestre em Ciência Animal, professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra), Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Bairro Terra Firme, caixa postal 917, 66077-530, Belém, PA
camargojrveterinario@yahoo.com.br

Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
raimundo.rocha@cpaa.embrapa.br

Raimundo Nonato Vieira da Cunha

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
raimundo.cunha@cpaa.embrapa.br

Rainoldo Alberto Kochhann

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
rainoldo@cnpt.embrapa.br

Raymundo Rizaldo Pinheiro

Médico-veterinário, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Caprinos, 62010-970, Sobral, CE
rizaldo@cnpc.embrapa.br

Regina Maria Villas Boas de Campos Leite

Engenheira agrônoma, Doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, 86001-970, Londrina, PR
regina@cnpsa.embrapa.br

Renato Fernando Amabile

Engenheiro agrônomo, Mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, 73310-970 Planaltina, DF
amabile@cpac.embrapa.br

Ricardo Lopes

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br

Robert Eugene Schaffert

Graduação em Agricultura, Ph.D. em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, 35700-001, Sete Lagoas, MG
schaffer@cnpms.embrapa.br

Roberto Hauagge

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), Pólo Regional de Curitiba, Caixa Postal 2.031, 80011-970, Curitiba, PR
hauagge@iapar.br

Robson César Albuquerque.

Biólogo, Doutorando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aristides Lobo , 290, São José, 58100-000, Campina Grande , PB
ralbuquerque_cg@yahoo.com.br

Rodolfo Godoy

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, 13560-970, São Carlos, SP
godoy@cnpse.embrapa.br

Rodrigo Amorim Barbosa

Engenheiro agrônomo, Doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, 79002-970, Campo Grande, MS
rodrigo@cnpge.embrapa.br

Rogério Ritzinger

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
rogerio@cnpmf.embrapa.br

Romeu Afonso de Souza Kiihl

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento de Plantas, diretor científico da Tropical Melhoramento e Genética (TMG), Rodovia Celso Garcia Cid, Km 87, Caixa Postal 387, 86183-600, Cambé, PR
romeu@tmg.agr.br

Rosana Clara Victoria Higa

Engenheira agrônoma, Doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, 83411-000, Colombo, PR
rhiga@cnpf.embrapa.br

Rosângela Maria Simeão Resende

Bióloga, Doutora em Genética, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, 79002-970, Campo Grande, MS
rosangela@cnpge.embrapa.br

Rovilson José de Souza

Engenheiro agrônomo, Doutor em Fitotecnia, professor-titular da Universidade Federal de Lavras (Ufla), Departamento de Agricultura, Setor de Olericultura, Caixa Postal 3.037, 37200-000, Lavras, MG
rovilson@ufla.br

Rubens Cristiano Damas Garlipp

Engenheiro florestal, Mestre em Engenharia Florestal, superintendente da Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), Avenida Martin Luther King, 2.228, Vila São Francisco, 05352-020, São Paulo, SP
sbs@sbs.org.br

Sabrina Isabel Costa de Carvalho

Engenheira agrônoma, Mestre em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, 70359-970, Brasília, DF
sabrina@cnph.embrapa.br

Sandra Aparecida dos Santos

Zootecnista, Doutora em Produção e Nutrição Animal, pesquisadora da Embrapa Pantanal, 79320-900, Corumbá, MS
sasantos@cpap.embrapa.br

Sebastião de Oliveira e Silva

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
ssilva@cnpmf.embrapa.br

Sergio Baima

Engenheiro agrônomo, consultor técnico do Instituto Agropolos, Rua Santos Dumont, 306, sala 701/4, Aldeota, 60150-161, Fortaleza, CE
sergiobaima@agropolos.org.br

Sidney Neto Parentoni

Engenheiro agrônomo, Mestre em Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, 35700-001, Sete Lagoas, MG
sidney@cnpms.embrapa.br

Sila Carneiro da Silva

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Agronomia (Pastagens), professor da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Avenida Pádua Dias, 11, Agronomia, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP
scdsilva@esalq.usp.br

Silas Mochiutti

Engenheiro agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Amapá, 68903-000, Macapá, AP
silasmochiutti@cpafap.embrapa.br

Silvio Crestana

Físico, Doutor em Física Aplicada a Solos, a Radiações e a Teoria da Imagem, pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, atual diretor-presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 70770-901, Brasília, DF
presid@embrapa.br, crestana@cnpdia.embrapa.br

Sírio Wiethölter

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, 99001-970, Passo Fundo, RS
siriow@cnpt.embrapa.br

Teresa Cristina Moraes Genro

Zootecnista, Doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul, 96401-970, Bagé, RS
cristina@cppsul.embrapa.br

Uilson Vanderlei Lopes

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) da Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira (Cepiac), Seção de Genética, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22, 45600-000, Itabuna, BA
uilson@cepec.gov.br

Umberto Almeida Camargo

Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia (Fruticultura de Clima Temperado), pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, 95700-000, Bento Gonçalves, RS
umberto@cnpuv.embrapa.br

Valdenir Queiroz Ribeiro

Engenheiro agrônomo, Mestre em Estatística, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, 64006-220, Teresina, PI
valdenir@cpamn.embrapa.br

Valéria Pacheco Batista Euclides

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Pastagem e Forragicultura, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, 79002-970, Campo Grande, MS
val@cnpgc.embrapa.br

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni

Engenheira agrônoma, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Soja, 86001-970, Londrina, PR
castigli@cnpsa.embrapa.br

Vidal Pedroso de Faria

Engenheiro agrônomo, Doutor em Produção e Nutrição de Bovinos, professor-titular aposentado da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq). Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Avenida Centenário, 1.080, 13416-000 Piracicaba, SP
vidal@esalq.usp.br, vpdfaria@terra.com.br

Virgínia Santiago Silva

Médica-veterinária, Doutora em Epidemiologia Animal, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, 79800-000, Concórdia, SC
vica@cnpsa.embrapa.br

Vitor Hugo de Oliveira

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, 60511-110, Fortaleza, CE
vitor@cnpat.embrapa.br

Walane Maria Pereira de Mello Ivo

Engenheira agrônoma, Mestre em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, 57100-000, Rio Largo, AL
walane@cpatc.embrapa.br

Walnice Maria Oliveira do Nascimento.

Engenheira agrônoma, Doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, 66095-100, Belém, PA
walnice@cpatu.embrapa.br

Walter dos Santos Soares Filho

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
wsoares@cnpmf.embrapa.br

Wanderlei Antônio Alves de Lima

Engenheiro agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, 69010-970, Manaus, AM
wanderlei.lima@cpaa.embrapa.br

Wania Maria Gonçalves Fukuda

Engenheira agrônoma, Mestre em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
wfukuda@cnpmf.embrapa.br

Washington Luiz Esteves Magalhães

Engenheiro químico, doutor em Ciência e Engenharia de Materiais (Tecnologia da Madeira), pesquisador da Embrapa Florestas, 83411-000, Colombo, PR
wmagalha@cnpf.embrapa.br

Wilson Barbosa

Biólogo, Mestre em Agronomia, pesquisador e diretor do Centro Experimental Central, Instituto Agrônomo (IAC), Avenida Theodoro de Almeida Camargo, 1.500, Jardim Nossa Senhora Auxiliadora, 13075-630, Campinas, SP
wbarbosa@iac.sp.gov.br

Wilson Menezes Aragão

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju, SE
aragaowm@cpatc.embrapa.br

Zilton José Maciel Cordeiro

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 44380-000, Cruz das Almas, BA
zilton@cnpmf.embrapa.br

Agradecimentos

Os Editores agradecem a Alberto Carlos de Queiroz Pinto, pela organização da *Parte 3 – Frutas tradicionais*; a Bonifácio Hideyuki Nakasu, pela *Parte 5 – Frutas subtropicais e temperadas*; a Valéria Pacheco Batista Euclides, pelos capítulos referentes a pastagens nativas e cultivadas da *Parte 11 – Produção Animal*; e a Claudio Roberto Madruga, pela organização da *Parte 14 – Proteção da produção animal*.

Apresentação

A coletânea *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas* aborda temas de fundamental importância para a compreensão do desenvolvimento da agricultura tropical no Brasil e em outros países localizados nessa faixa geográfica em expansão. Não é exagero afirmar que o futuro da vida no planeta depende principalmente do mundo tropical. Por exemplo, cerca de 90 % dos recursos genéticos de plantas, animais e microorganismos mais críticos para a garantia do futuro da agricultura e do sistema alimentar mundial têm origem nas regiões tropicais da África, da América Latina e da Ásia.

Uma característica inconteste da agricultura tropical tem sido o contínuo aumento da produtividade e da produção de alimentos, fibras e produtos vinculados à agroenergia. Tudo isso acompanhado de estrita atenção ao meio ambiente, principalmente no propósito de aperfeiçoar o manejo dos recursos naturais em sistemas intensivos de produção agrícola.

A edição desta coletânea tem suas raízes estabelecidas no *Workshop Internacional sobre Desenvolvimento da Agricultura Tropical (IWTAD)*, realizado em Brasília, DF, entre os dias 17 e 19 de julho de 2006, do qual participou grande número de cientistas e especialistas provenientes de vários países. Buscou-se, ali, documentar, de forma crítica, o desenvolvimento ocorrido no Brasil e em outros países tropicais, avaliar seus desafios futuros e propor ações para o seu manejo racional. Os promotores do evento foram a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR), dirigido pelo colega dr. Francisco José Becker Reifschneider, e o Grupo Banco Mundial, liderado pelo dr. John Briscoe, diretor daquele grupo pelo Brasil. O que se propunha era o resgate da memória de fatos relevantes ocorridos ao longo das últimas quatro décadas. Também cabe lembrar a valiosa participação ativa dos colegas Renato Cruz Silva e Levon Yeganiantz, quando da discussão dos primeiros delineamentos do que seria esse importante workshop e, posteriormente, esta coletânea.

Nos volumes que compõem esta coleção, será possível acompanhar as conquistas alcançadas nas áreas de produção vegetal e criação animal, e seu significado na crescente demanda por produtos destinados à alimentação humana e também ao processamento industrial. As atividades de pesquisa,

desenvolvimento e inovações são imprescindíveis ao desenvolvimento das nações. Suas inovações mais impactantes resultam não apenas de atividades inter e transdisciplinares, mas também de avanços institucionais e de políticas governamentais inclusivas. Inovação e conhecimento são ingredientes fundamentais da criação e da construção da moderna agricultura tropical.

O sucesso dessa agricultura no Brasil não possui apenas um efeito doméstico, já por si grandioso; suas fórmulas de sucesso e seus produtos estão também à disposição de outras sociedades tropicais. O progresso em áreas onde o desenvolvimento era inicialmente considerado improvável carrega um potencial sinalizador para as decisões futuras. Que exemplo poderia ser mais eloqüente, nesses últimos 40 anos, do que o desenvolvimento do Cerrado, possuidor de uma agricultura sustentável e, ao mesmo tempo, altamente produtiva e competitiva?

Esta coletânea apresenta uma visão abrangente das ações mais decisivas. Nela, o leitor encontra, além de material crítico, ampla bibliografia. Nas páginas que seguem, é oferecido material de alto valor científico a pesquisadores, professores, profissionais do desenvolvimento, tomadores de decisões governamentais, profissionais da iniciativa privada e outros líderes, gerentes e técnicos que trabalham com atividades de desenvolvimento. Esta obra permite o acesso às atuais realizações e às futuras possibilidades da agricultura tropical. Nossa esperança é que todos os envolvidos também se comprometam com o desenvolvimento dessa agricultura, no “nicho” correspondente a cada um, no conjunto das relações ciência–tecnologia–sociedade–inovação.

Este trabalho não teria sido possível sem a dedicação, a criatividade e o compromisso dos editores, de cientistas de várias áreas do conhecimento, além de gestores, empreendedores, estudiosos e líderes em geral, que enriqueceram a coletânea com seus relevantes textos. A todos, meus agradecimentos.

Silvio Crestana
Diretor-Presidente da Embrapa

Prefácio

Nas últimas quatro décadas, a Agricultura Tropical passou, em alguns países em desenvolvimento, por marcantes transformações, principalmente naqueles com boa distribuição de chuvas, solos adequados e outras condições favoráveis. A produtividade das principais culturas cresceu aceleradamente, os preços de seus produtos para os consumidores reduziram-se, e foram gerados significativos benefícios econômicos, tanto para o setor agrícola quanto para outros setores da economia. A chamada Revolução Verde ocorrida na agricultura foi seguida pela revolução na criação de animais, provocada pela demanda crescente por alimentos de origem animal, por parte das sociedades que rapidamente se urbanizavam.

Os maiores progressos verificaram-se nas regiões onde quatro condições aconteceram simultaneamente, a saber: inovações na agricultura e na pecuária, baseadas em pesquisas multidisciplinares; medidas efetivas para otimizar o manejo dos recursos naturais em sistemas de produção agrícola intensiva e sustentável; avanços institucionais que fomentaram o desenvolvimento e disseminaram as novas tecnologias; e políticas governamentais que favoreceram o desenvolvimento rural.

O desenvolvimento da agricultura restringiu-se, porém, a determinadas regiões tropicais, resultando, assim, em progresso altamente desequilibrado. Ao mesmo tempo, em algumas áreas, o aumento da produtividade agrícola mostrou-se insustentável por ter sido conseguido a expensas de recursos naturais, especialmente do solo, da água e das florestas. O desafio, então, estava em conciliar inovações científicas, tecnológicas, institucionais e políticas, de forma a permitirem o crescimento sustentado da agricultura, onde esse estivesse limitado.

O sucesso de empreendimentos em regiões tidas, em passado recente, como inviáveis para ampla exploração – como a agricultura sustentável e altamente produtiva no Cerrado – serve de motivação para outras iniciativas. Vale lembrar também experiências exitosas, como a fixação biológica de nitrogênio e o sistema plantio direto para a produção de grãos em áreas sujeitas à erosão.

Com o objetivo de documentar e avaliar essas e outras experiências, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR), com o apoio do Grupo Banco Mundial, propuseram-se a resgatar a memória de fatos relevantes ocorridos

ao longo das últimas quatro décadas, que tornaram possível o desenvolvimento de uma agricultura adequada ao mundo tropical. Ao mesmo tempo, considerando que conhecer o passado é condição para o planejamento do futuro, essas instituições dispuseram-se também a fazer projeções na área da agricultura tropical para as próximas décadas.

Duas ações foram programadas. A primeira foi organizar um evento internacional no qual esses temas fossem discutidos. Assim, nos dias 17 a 19 de julho de 2006, foi realizado, em Brasília, o *Workshop Internacional sobre Desenvolvimento da Agricultura Tropical (IWTAD)*. Cerca de 200 cientistas, de renome internacional, avaliaram as principais inovações tecnológicas, institucionais e políticas, que resultaram no desenvolvimento dessa agricultura, e estimaram os próximos passos a serem tomados e os desafios futuros.

A segunda ação foi a edição desta coletânea, intitulada *Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Com ela pretende-se documentar, de forma crítica, o desenvolvimento ocorrido no Brasil, avaliar seus desafios futuros e propor ações visando solucioná-los. Elaborada pelos próprios protagonistas, essa parte da história brasileira está resgatada nesta obra, que registra o empenho de uma gama de brasileiros e seus colaboradores, esforço esse que permitiu, ao País, passar da condição de importador para a de grande exportador de alimentos, da posição de dependente de conhecimentos estrangeiros para a de líder na área de Agricultura Tropical. Cabe aqui mostrar que a tecnologia da agricultura brasileira foi resultado da visão e da vontade política e de mudanças institucionais corajosas, que exigiram muitas batalhas em diversas frentes.

Os autores desta publicação, dividida em volumes, foram escolhidos entre os especialistas que participaram do processo. Nela, são explorados os seguintes temas: produção e produtividade agrícola; utilização sustentável dos recursos naturais; desenvolvimento institucional e políticas públicas; e impacto das inovações e desafios à agricultura tropical.

A coletânea apresenta, a pesquisadores, técnicos em desenvolvimento, tomadores de decisões governamentais, profissionais da iniciativa privada, entre outros – sob uma visão abrangente e com base em ampla bibliografia –, as principais inovações que tornaram possíveis a transformação e a modernização da agricultura tropical. Nesse sentido, aos autores foi facultada a liberdade de expressar livremente suas opiniões, mesmo quando elas representavam abordagens diferentes de um mesmo tema.

Com este produto, espera-se tornar disponível, aos que trabalham pelo desenvolvimento de uma agricultura sustentável, um inventário de desafios e opções úteis e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para avaliar importantes

ganhos obtidos no passado, e refletir sobre as perspectivas futuras para a transformação da agricultura nos trópicos.

O Volume 1 da coletânea *Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas* faz uma abordagem da história da agricultura tropical no Brasil, analisa os efeitos e apresenta os resultados das inovações científicas e tecnológicas sobre o desempenho da agricultura brasileira. Intitulado *Produção e produtividade agrícola*, este volume analisa também questões sobre a defesa e a proteção do ambiente e da produção, focadas na prática de uma agricultura sustentável, tanto no que respeita ao manejo dos recursos naturais quanto no que concerne à excelência da qualidade do produto.

Os Editores

Sumário

Parte 1. Introdução	39
Capítulo 1. Agricultura tropical no Brasil	41
Capítulo 2. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira	67
Parte 2. Grãos	101
Capítulo 1. Arroz de terras altas: uma inovação que adequou o produto tropical às expectativas do mercado	103
Capítulo 2. Impulsionando a produção e a produtividade de milho e sorgo, no Brasil	125
Capítulo 3. Trigo no Brasil: os desafios de um país tropical	163
Capítulo 4. Aveia, cevada, triticale e centeio	185
Capítulo 5. A soja no Brasil: mais de 100 anos de história, quatro décadas de sucesso	199
Capítulo 6. Feijão-comum: impulsionando a produção e a produtividade de grãos na agricultura brasileira	219
Capítulo 7. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi	235
Capítulo 8. Leguminosas alimentícias e adubos verdes	251
Capítulo 9. Café	275
Capítulo 10. Girassol	295
Parte 3. Frutas tradicionais	307
Capítulo 1. Frutas tradicionais mais comercializadas	309
Capítulo 2. O agronegócio do abacaxi	313
Capítulo 3. O desenvolvimento da acerola	319
Capítulo 4. Frutas anonáceas: ata, atemóia e graviola	325
Capítulo 5. O desenvolvimento da bananicultura	335
Capítulo 6. O agronegócio do caju	341
Capítulo 7. O desenvolvimento da citricultura	359
Capítulo 8. O desenvolvimento do coco no Brasil	367
Capítulo 9. Goiaba: antecedentes, progressos e perspectivas	375

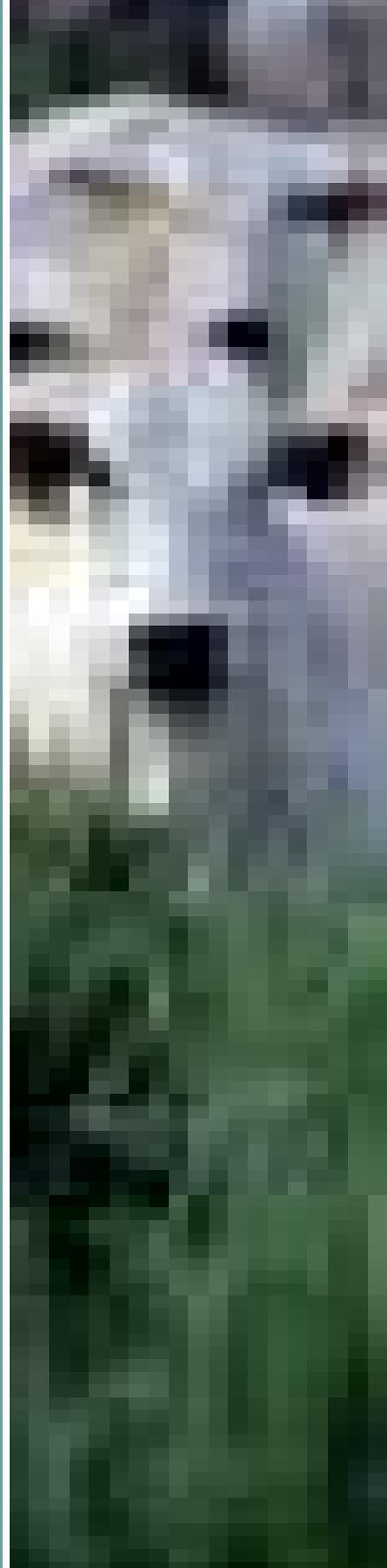
Capítulo 10. Evolução do agronegócio do mamão	383
Capítulo 11. O agronegócio da manga	401
Capítulo 12. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá	411
Parte 4. Frutas potenciais	417
Capítulo 1. Frutas nativas potenciais	419
Capítulo 2. Frutas exóticas potenciais	437
Capítulo 3. Pequenas frutas	461
Parte 5. Frutas subtropicais e temperadas	479
Capítulo 1. Introdução	481
Capítulo 2. Ameixa	485
Capítulo 3. Caqui	493
Capítulo 4. Figo	497
Capítulo 5. Maçã	501
Capítulo 6. Pêra	511
Capítulo 7. Pêssego	519
Capítulo 8. Quivi	531
Capítulo 9. Uva	537
Parte 6. Olerícolas, raízes e tubérculos	545
Capítulo 1. Tomate para processamento industrial	547
Capítulo 2. Tomate para consumo in natura	557
Capítulo 3. Inovações tecnológicas e desafios na cultura do alho	569
Capítulo 4. A cadeia produtiva do melão no Brasil	579
Capítulo 5. Pimentões e pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	595
Capítulo 6. Produção e produtividade agrícola da cultura da mandioca no Brasil	609
Parte 7. Fibras	631
Capítulo 1. Impulsionando a produção e a produtividade agrícola: o caso do algodão	633
Capítulo 2. Outras fibras tropicais	649
Parte 8. Agroenergia	671
Capítulo 1. Impulsionando a produção e a produtividade da cana-de-açúcar	673

Capítulo 2. Impulsionando a produção e a produtividade da indústria sucroalcooleira	717
Capítulo 3. Florestas energéticas	735
Capítulo 4. Grãos oleaginosos	753
Capítulo 5. Palmáceas	767
Capítulo 6. Gordura animal e outros resíduos	787
Parte 9. Florestas cultivadas	799
Capítulo 1. Eucalipto	801
Capítulo 2. Inovações tecnológicas no cultivo de <i>Pinus</i> no Brasil	823
Capítulo 3. Outras espécies florestais	835
Parte 10. Outras culturas	849
Capítulo 1. Políticas institucionais e inovações tecnológicas no cultivo do cacauzeiro	851
Capítulo 2. Cultura do guaranazeiro: inovações tecnológicas	871
Capítulo 3. O agronegócio da floricultura no Brasil	881
Parte 11. Produção animal	905
Capítulo 1. Bovinos de corte	907
Capítulo 2. Desenvolvimento da produção de leite	945
Capítulo 3. Aves de postura	975
Capítulo 4. Aves de corte	987
Capítulo 5. Fatores que contribuíram para a evolução da suinocultura	1009
Capítulo 6. Produção de caprinos e ovinos deslanados	1025
Capítulo 7. Búfalos	1049
Capítulo 8. Gramíneas cultivadas	1071
Capítulo 9. Leguminosas cultivadas	1111
Capítulo 10. Forrageiras nativas	1133
Parte 12. Máquinas e equipamentos	1151
Capítulo 1. Máquinas e implementos agrícolas	1153
Capítulo 2. Máquinas e equipamentos pecuários	1169

Parte 13. Defesa vegetal.....	1185
Capítulo 1. Defesa da produção vegetal: do risco zero à análise de risco de pragas	1187
Parte 14. Proteção da produção animal.....	1217
Capítulo 1. Introdução	1219
Capítulo 2. Bovinos de corte	1221
Capítulo 3. Bovinos leiteiros	1227
Capítulo 4. Aves	1233
Capítulo 5. Suínos	1239
Capítulo 6. Ovinos e caprinos	1245
Parte 15. Proteção do ambiente	1249
Capítulo 1. Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira	1251
Capítulo 2. Agricultura com base em fixação biológica de nitrogênio	1275
Capítulo 3. Zoneamento agrícola de riscos climáticos	1291
Capítulo 4. Correção de solos e adubação	1319

Parte 1

Introdução



Capítulo 1

Agricultura tropical no Brasil

Silvio Crestana
Ivan Sergio Freire de Sousa

Introdução

Este capítulo trata da emergência da agricultura tropical no Brasil. Contextualiza essa agricultura e apresenta a saga da pesquisa agropecuária no País – desde os experimentos de transferência de recursos genéticos vegetais e animais, até o despontar das genéticas celular e molecular e da bionanotecnologia, que abriram um horizonte de possibilidades técnico-científicas nunca antes imaginado para a transformação da agricultura.

No Brasil, não foi a botânica econômica que contribuiu para a formação da agricultura – essa é uma experiência recente –, mas a ação dos colonizadores, que trouxeram, para o país, o gado bovino (*Bos taurus* L.) (Martim Afonso de Souza, em 1534; Duarte Coelho, em 1535), a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), o café (*Coffea* spp.) e outras espécies, animais e vegetais. O zebu (*Bos taurus indicus*), a maçã (*Malus domestica* Borkh.), a pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), a juta (*Corchorus capsularis* L.), a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], e a laranja (*Citrus sinensis* L.) são todos produtos exóticos trazidos, em distintas épocas, por migrantes africanos, europeus e asiáticos, responsáveis por grande parte do material genético vegetal e animal que constitui a base da agricultura nacional.

A botânica econômica contribuiu, isto sim, para levar plantas brasileiras a outros rincões, a exemplo da seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Müell. Arg.] e do cacau (*Theobroma cacao* L.). Foram os próprios colonizadores portugueses que levaram a difundir, nos continentes africano e asiático, as culturas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, *Manihot utilissima* Pohl) e do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Para atender a seus hábitos alimentares, os colonizadores europeus trouxeram, para o Novo Mundo, sementes de seus cultivos preferidos sem, para isso, recorrer à botânica econômica. Porém, na Europa, para satisfazer sua crescente necessidade de alimentos, de drogas medicinais e de outros produtos, foi feito uso da botânica econômica, ao observar, identificar, classificar e comparar as plantas tropicais nas colônias. Esta é a razão pela qual muitos jardins botânicos foram introduzidos no mundo tropical: para

facilitar a seleção de plantas tropicais úteis aos impérios europeus, cujas populações aumentavam aceleradamente (BROCKWAY, 2002).

À apresentação de fundamentos históricos significativos está associada uma visão de futuro, sem, contudo, perder-se de vista que a ação humana preserva, no presente, elementos do passado e do futuro. Uma visão prospectiva inspira a abordagem do tema dos futuros desafios, que serão tratados detalhadamente em outro volume desta coletânea, procurando não apenas delinear alguns dos próximos passos a serem trilhados pela agricultura tropical, como também as providências que precisam ser tomadas para que se atinjam as metas e os objetivos futuros.

Neste livro, é mostrado que a pesquisa agropecuária no Brasil tem trazido, ao longo dos anos, inúmeras contribuições à sociedade, destacando-se, entre elas, importantes avanços para a agricultura tropical. Esses se expressam em resultados distintos, como no aumento da produção e da produtividade, no manejo racional dos recursos naturais, na qualidade dos produtos (segurança dos alimentos), nos recursos genéticos e na biotecnologia, e na agregação de valor à produção agropecuária.

Para a obtenção de tão amplos resultados, não se pode esquecer que transformações institucionais relevantes, políticas públicas, cooperação internacional, desenvolvimento de talentos humanos e inovações tecnológicas constituíram elementos imprescindíveis à modernização da agricultura tropical no Brasil.

Importante também é identificar as formas de articulação e complementação entre a agricultura tropical e a de clima temperado. Além da importância econômica conferida pela complementação, constata-se, nelas, uma profunda inter-relação científica. Um bom exemplo são os estudos com animais cujos mecanismos fisiológicos são adaptados a suportar baixas temperaturas (proteínas e peptídeos que possuem características congelantes). Esse tipo de estudo pode resultar na confirmação da viabilidade de sementes e embriões congelados, que permitirão a preservação de diversas raças ameaçadas de extinção.

Contextualizando a agricultura tropical

Clima é fenômeno de difícil classificação (ZARUR, 1943). Num primeiro momento, pode-se afirmar que a região tropical do globo abrange, em geral, ampla área, compreendida entre os 23°27' de latitude Norte e os 23°27' de latitude Sul, ou seja, está situada entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio

(Fig. 1). Essa faixa tropical atravessa parcialmente quatro continentes – América, África, Ásia e Oceania –, cobrindo a maior parte do território brasileiro. Tem-se observado também que há um superávit de radiação solar a partir do Equador, até aproximadamente os 35° de latitude Norte e Sul (NEWELL, 1964). Isso significa que, nas latitudes menores que 35°, a radiação solar supera a radiação terrestre, ocorrendo o inverso nas latitudes superiores a 35° Norte e Sul. A grande faixa tropical, celeiro dos mais expressivos centros de diversidade genética (ver, por exemplo, os chamados Centros de Vavilov), é o *locus* da agricultura tropical no mundo.

Evidentemente, não é apenas a latitude que define uma área climática. Há outras variáveis importantes que precisam ser levadas em consideração, como altitude, relevo, precipitação e até distância entre o local considerado e grandes massas de água. Também é importante lembrar que as áreas climáticas nunca são delimitadas por retas, mas por reentrâncias e tortuosidades (tome-se, como exemplo, a classificação de Köppen¹ e sua representação nos mapas climáticos).

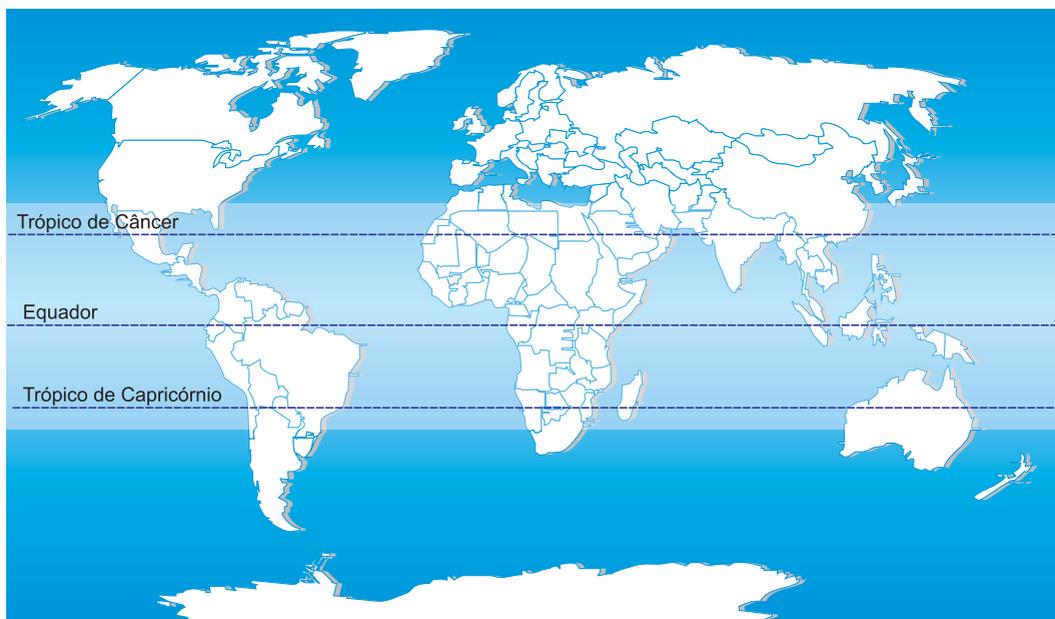


Fig. 1. *Locus* da agricultura tropical no mundo.

Elaboração: SGE/Embrapa.

¹ Wladimir Peter Köppen (1846-1940), importante precursor da meteorologia moderna, desenvolveu, nos anos 1900, seu primeiro estudo classificatório no *Geographischen Zeitschrift*, sob o título de *Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt*. Forma modificada desse trabalho foi publicada, em 1918, na revista *Petersmanns Geographischen Mitteilungen*, com o título *Klassifikation der Klimate nach Temperatur*. Sua classificação, fundada na umidade e nas temperaturas, classifica-se em cinco tipos, representados pelas letras maiúsculas A (equatorial, isto é, quente e úmido), B (árido ou semi-árido), C (temperado ou subtropical), D (boreal) e E (polar). Foi, assim, o primeiro cientista a mapear as regiões climáticas do mundo (do círculo polar até as latitudes tropicais), com as suas variações ao longo dos meses. Entre outras obras, publicou, em 1927, o *Handbuch der Klimatologie*, em cinco volumes, juntamente com Rudolf Geiger.

Utilizando-se critérios multidimensionais e de maior precisão, verifica-se que a área de clima temperado no Brasil situa-se entre os paralelos 23°30' Sul e 33°45' Sul, envolvendo os estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do centro e do sul do Paraná. De acordo com a contribuição classificatória de Köppen, nessa região o clima é temperado úmido (Cf), possuindo duas variedades específicas: a Cfa possui clima mesotérmico úmido, com precipitação pluvial durante todo o ano. Nela, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, enquanto a do mês mais frio oscila entre -3 °C e 18 °C. Por sua vez, na variedade Cfb, a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C. Essa é a característica básica que a difere da variedade anterior (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2000; EMBRAPA, 1993).

Embora seja indicado distinguir a agricultura de clima tropical da agricultura de clima temperado para inspirar e orientar a formulação de políticas, estratégias e prioridades específicas, essa distinção não é precisa nos espaços geográficos onde ambas se encontram. Não existe uma variável essencial que as diferencie e são muitas as condições geo-edafo-climáticas que as constituem. Geralmente, a diferenciação é possível e mais fácil quando se restringe a suas características no centro das áreas geográficas onde estão localizadas, mas essa distinção se torna mais difícil à medida que nos aproximamos das áreas de fronteiras entre elas. Em território brasileiro, isso acontece quando se caminha na direção centro-sul do País. A própria Teoria da Complexidade informa que a diversidade se intensifica de tal maneira na fronteira entre dois sistemas complexos, que acaba por formar uma espécie de terceiro sistema, fecundo e rico de possibilidades, que tanto mantém características próprias dos sistemas originais, como apresenta características desconhecidas daqueles.

No território brasileiro, o início da prática da agricultura data de tempos remotos. Dados arqueológicos indicam a existência de atividades agrícolas em terras brasileiras a partir de 4 mil anos, a exemplo dos cultivos de milho (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, *Manihot utilissima* Pohl), batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], abóboras (*Cucurbita* spp.), amendoim (*Arachis* spp.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e outros vegetais. Em períodos longínquos da história do Brasil, plantas as mais diversas foram utilizadas como alimento, remédio e matéria-prima. Com efeito, foram encontrados depósitos de produtos agrícolas e equipamentos para processá-los que datam de até 1,2 mil anos, portanto, em período bem anterior ao da chegada dos portugueses ao Brasil (FAUSTO, 2000; FUNARI; NOELLI, 2006; PROUS, 2006). O trabalho paciente e obstinado de seleção de plantas feito por esses primeiros habitantes surpreende analistas especializados no assunto. De acordo com Paterniani (1979), foi um feito notável desses primitivos habitantes o de manter inalterada a direção da seleção de plantas, por centenas ou milhares de gerações de cultivo,

principalmente levando-se em consideração que as mudanças nessa área são lentas, isto é, “a seleção produz efeitos muito pequenos em cada geração”.

A experiência tropical na porção das terras brasileiras era tão diversa quanto o eram as características culturais (idioma, organização social, crenças) dos povos que a habitavam, e que aqui foram encontrados em grande número, pelos portugueses. Com tamanha experiência com os produtos da terra, não é de estranhar que, quando da fundação da cidade de Salvador, em 1549, seus novos habitantes conseguissem sobreviver à custa dos alimentos produzidos pelos indígenas (SAMPAIO, 1949). Eles foram, como já enfatizado, os pioneiros da agricultura tropical nessas terras.

O estudo da agricultura tropical no Brasil é complexo e ainda carece de muita atenção dos estudiosos, aí incluídos arqueólogos e historiadores. O foco dado aqui é a agricultura praticada a partir da primeira década do século 19, período que abrange a gênese do Estado brasileiro. Nesse sentido, pode-se afirmar que, depois de longo ciclo histórico que legou ao Brasil uma agricultura nos trópicos, o País lidera hoje um processo de inovação tecnológica e institucional cujo legado é uma agricultura com identidade própria, isto é, uma agricultura dos trópicos, ou, mais precisamente, uma agricultura tropical legítima, não se confundindo, esta última, com o longo ciclo de agricultura nos trópicos.

Por agricultura nos trópicos entende-se aquela que se desenvolve na região tropical a partir da experiência de senso comum e da adaptação de conhecimentos técnico-científicos elaborados em outras áreas do globo. A força da investigação interna é ainda fraca, tanto em termos de formação e treinamento de alto nível dos seus cientistas e tecnólogos, quanto de sólidas instituições de ensino e pesquisa, além de serem poucos os investimentos em ciência e tecnologia para a agricultura. Diferentemente, a agricultura dos trópicos está baseada na construção de sólida massa crítica de pesquisadores com alto nível de formação acadêmica, de treinamento e experiência em pesquisa, de gestão competente, e de agricultores e políticas públicas eficientes, além de instituições científicas fortes e dinâmicas, financiamentos abundantes e extensão rural de qualidade. Os investimentos em ciência e tecnologia para a agropecuária atingem nível elevado, possibilitando o funcionamento pleno de laboratórios e a capacitação contínua de pessoal especializado.

Se a agricultura nos trópicos fundamentava-se, entre outros fatores, na vastidão da fronteira agrícola, no baixo uso de insumos agrícolas, na produção de produtos tradicionais, no relativo descaso com a qualidade em favor da quantidade, na pouca utilização de máquinas e equipamentos, na reduzida produção tecnológica interna, na baixa e instável utilização do crédito rural e no baixo prestígio do setor rural, a agricultura dos trópicos firmava-se na produção endógena de

tecnologias, no deslocamento forçado ou induzido de contingentes africanos, europeus e asiáticos, e, nas últimas décadas, na vasta cooperação internacional, nos investimentos em talentos humanos especializados, no largo uso da tecnologia, no acesso ao crédito, no crescente sombreamento da distinção rural-urbana, na modernização institucional e na atenção à qualidade dos produtos e do meio ambiente.

Assim, por contingências históricas, a contribuição da pesquisa agropecuária brasileira esteve subordinada, durante muitos anos, ao padrão da agricultura nos trópicos. Isso não significa que inexistissem pesquisas importantes que atendessem às necessidades do campo; não existia, isto sim, um sistema forte de apoio dentro e fora das instituições de pesquisa, exceção, talvez, para as instituições paulistas ligadas à agropecuária. Contudo, é inegável que, tendo como ponto de partida o segundo lustro dos anos 1970, a pesquisa agropecuária nacional institucionalizada tenha passado a gozar de um grau razoável de autonomia científica e de intercâmbios científicos que lhe permitiram participar, de forma relevante, da construção da nova história da agricultura mundial: a história da agricultura tropical.

Deve-se ainda destacar que, na formação da agricultura tropical, contou-se com a grande contribuição da movimentação de recursos genéticos entre diversas regiões do mundo tropical. O Brasil tornou-se grande produtor mundial de café, soja, laranja, pimenta-do-reino, juta, dendê, coqueiro (*Cocos nucifera* L.), manga (*Mangifera indica* L.) e madeira de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), além de grande criador de gados bovino e bubalino (*Bubalus bubalis* L.), provindo todos esses produtos de outras regiões tropicais. Por seu turno, o Novo Mundo contribuiu com as lavouras de seringueira, cacau, mandioca, fumo (*Nicotiana* spp.), batata-inglesa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), milho, amendoim, entre os principais, que se tornaram cultivos fundamentais nas novas regiões. As correntes migratórias provenientes da África, da Europa e da Ásia, no atavismo cultural de levar material genético de seus locais de origem, ajudaram a consolidar a agricultura nos pontos de destino.

Discutindo a agricultura tropical no Brasil: histórico e fundamentos

Não sem razão, há autores que questionam o fato de que, quando se busca apoiar os “fatos sobre fatos”, tem-se a tendência de pedir sempre “ao fato anterior seu apoio para o fato posterior, e nunca o contrário”. A esse respeito, argumenta um estudioso clássico: “não há motivos de pedir mais ao passado

do que ao futuro a chave do enigma oferecido ao espírito pela estranheza do real”. E continua: “...a ação do futuro, *que ainda não existe*, sobre o presente, não me parece nem mais nem menos concebível do que a ação do passado, que não existe mais” (TARDE, 2007, p. 169)².

Ao buscar os próximos passos e desafios da agricultura tropical, não se está apenas atento ao passado da pesquisa agropecuária brasileira, mas também à intenção de “descobrir” as contingências do futuro, muitas delas em ebulição atualmente. Afinal, como lembra o mesmo Tarde (2007, p.173), “um homem que anda não pensa em explicar o que encontra a cada passo em seu caminho pelo que está atrás dele, de preferência ao que está diante dele”. O que não significa esquecermos o componente histórico do passado. Esse componente, de alguma forma, sobrevive em nós e nas instituições.

Tendo esses pontos em mente, é preciso lembrar que a pesquisa agropecuária brasileira tem uma longa história, no sentido de se confundir com a própria história de constituição e fortalecimento do Estado brasileiro. Em terras portuguesas da América, os primórdios do desenvolvimento técnico-científico para a agricultura datam do século 19. Foi necessária grande mudança em Portugal para que tal desenvolvimento começasse a operar. Marco institucional relevante foi a criação, em 13 de junho de 1808, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, onde foram feitos estudos de ciência relacionados com os problemas agrotécnicos. Mesmo assim, tal criação estava afastada da problemática interna das propriedades.

Só bem mais tarde, em 1859, foram criados o Imperial Instituto Baiano de Agricultura (novembro) e o Instituto Pernambucano (dezembro), este último de vida efêmera. Do Imperial Instituto Baiano, criado a partir de clara demanda interna, é que sairia a Escola Agrícola da Bahia, existente até hoje em Cruz das Almas, incorporada à Universidade da Bahia (RODRIGUES, 1987a, 1987b, 1987c; SOUSA, 1993).

Outros institutos de pesquisa agrícola e escolas de agronomia foram emergindo durante o século 19. Alguns exemplos são o Instituto Fluminense de Agricultura (1860), a Escola de Agricultura de Pelotas (1883), a Imperial Estação Agrônômica de Campinas (1887) – esta última se transformou no atual Instituto Agrônômico (IAC), instituição científica das mais respeitáveis do País (ALBUQUERQUE et al., 1986a, 1986b) – e o Instituto Soroterápico de Manguinhos (1899), hoje Instituto Oswaldo Cruz (DANTES, 1980).

No século 20, novas instituições científicas e acadêmicas relacionadas à agropecuária foram criadas. Logo no início, surgiram: a Escola Prática de Agricultura Luiz de Queiroz (1901), localizada em Piracicaba, no Estado de São

² Primeira edição da obra de Tarde [1901].

Paulo (MALAVOLTA, 1976, 1981); o Posto Central de Zootecnia (1905) que, em 1916, seria transformado em Posto de Zootecnia de Nova Odessa, também em São Paulo; a Escola Superior de Agricultura de Lavras (1908), em Minas Gerais; e a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (1910), que veio mais tarde a se transformar na atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Depois surgiram mais instituições, como a Escola de Agronomia do Ceará (1918), o Instituto de Química Agrícola (1918), o Instituto Biológico de Defesa Agrícola (1920), o Serviço de Algodão (1920), o Serviço de Sementeiras (1920), o Serviço de Vitivinicultura (1920), o Serviço Florestal do Brasil (1921), a Escola Superior de Agricultura e Veterinária (1922) – localizada em Viçosa, MG, atual Universidade Federal de Viçosa – e o Instituto Biológico de Defesa Agrícola e Animal do Estado de São Paulo (1927).

Nos anos de 1930, criaram-se a Escola de Agronomia do Nordeste, em Areia, na Paraíba (1934), o Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPA), no Estado de Pernambuco (1935), de atuação relevante para todo o Nordeste brasileiro, e que se transformou, em 1995, na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária; e o Centro Nacional de Ensino e Pesquisa Agronômica (Cnepa) (1938), no Rio de Janeiro. Mais tarde (1943), a estrutura do Cnepa foi dividida em dois órgãos centrais: a Universidade Rural, localizada no Km 47 da rodovia Rio–São Paulo, e o Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas (SNPA).

Em 1962, o Cnepa e o SNPA foram extintos, sendo substituídos pelo Departamento de Pesquisa e Experimentação Agronômica (DPEA). Data desse período a criação, pela equipe do DPEA, da publicação científica que existe com pleno sucesso até os dias atuais, denominada *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (PAB). Em 1968, o DPEA transformou-se no Escritório de Pesquisa e Experimentação (EPE), quando o sistema de institutos regionais de pesquisa e experimentação (seis até aquele momento) foi ampliado, com a fundação de mais três institutos. Ocorreu, porém, que, apesar das reformas empreendidas, os problemas de talentos humanos e financeiros continuaram a existir, colocando a pesquisa agropecuária federal em descompasso com o ritmo que tomava o desenvolvimento brasileiro. Apesar da abnegação dos pesquisadores, faltavam investimentos para o setor de pesquisa agropecuária nacional.

O modelo de política econômica que vinha vigorando desde o pós-Guerra era o de substituição de importações. Tal modelo trazia embutido um viés de pouco interesse pela modernização e pela dinamização da agricultura. Durante anos, contentou-se com a expansão agrícola baseada no alargamento da fronteira agrícola e com o emprego de processos produtivos que utilizavam, basicamente, terra e trabalho. Contudo, esse descaso em relação à modernização da agricultura não tardou a apresentar seus efeitos perniciosos. A escassez de

alimentos e seus altos preços (HOMEM DE MELO, 1983) terminaram por entrar como peça importante da grave crise vivida pelo País nos quatro primeiros anos da década de 1960. Aos altos preços dos alimentos juntavam-se o descontrole da inflação e as dificuldades da balança de pagamentos. Modificações importantes começaram a ser feitas no modelo de substituição de importações, como a abertura da economia para o comércio exterior. Os resultados começam a ser bem-sucedidos. De 1965 a 1973, as taxas de crescimento econômico atingiram níveis bastante elevados. Houve também diversificação e ampliação das exportações (ALVES, 1984). Mas algo precisava ainda ser feito em resposta da agricultura à demanda por alimentos e fibras.

O lento caminhar da agricultura e sua deficiente modernização fez os ministérios da Agricultura e do Planejamento assinarem a Portaria Interministerial n° 280, de 24 de julho de 1970, criando a Comissão de Alto Nível, com o objetivo de formular um programa de expansão das atividades da pesquisa agropecuária brasileira. Esse novo programa deveria capacitar o País a receber empréstimos e assistência técnica importantes do governo norte-americano, objetivando alavancar o segmento de pesquisa agropecuária do setor público. A assistência técnica seria ofertada pela Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid – United States Agency for International Development).

Entre os pontos positivos apontados pela Comissão estavam: a) presença da pesquisa agropecuária em todas as regiões do País; b) existência de razoável infra-estrutura de instalações, laboratórios e equipamentos de campo; c) boas possibilidades de financiamento, sobretudo de fonte externa; e d) existência de longa tradição de pesquisa, atestada pela série de resultados importantes nas mais diferentes áreas de conhecimento.

Entre os pontos negativos identificavam-se: a) falta de pessoal devidamente qualificado para o exercício da atividade de pesquisa; b) baixos salários dos pesquisadores; c) falta generalizada de incentivo; d) inexistência de mecanismos de promoção e de reconhecimento de mérito; e) escassez de recursos; f) irregularidades na distribuição dos poucos recursos disponíveis; g) ausência de autonomia financeira e administrativa da instituição de pesquisa; h) má utilização dos recursos disponíveis, como laboratórios, equipamentos e recursos humanos; i) excessiva compartimentalização das atividades em setores, dificultando uma perspectiva interdisciplinar; j) falta de órgãos permanentes para acompanhar, avaliar e reformular a programação da pesquisa; k) ausência de preparo administrativo dos dirigentes da pesquisa; l) falta de coordenação adequada de pesquisa que evitasse paralelismos e duplicações; e m) falta de mecanismos que possibilitassem a interação entre pesquisa, extensão rural e ensino. Ficou evidente, no relatório da Comissão,

a preocupação com regiões pouco estudadas, como o Trópico Úmido (Amazônia), o Trópico Semi-Árido (Nordeste), o Cerrado, o norte do Paraná e o sul de Mato Grosso do Sul (SOUSA, 1993).

Em maio de 1971, o EPE transformou-se no Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA), que colocou em execução uma série de ações anteriormente programadas. Regularizou-se a situação dos institutos regionais recém-criados, criou-se o Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (CTAA) e implantaram-se algumas divisões centrais, como a de Zoopatologia, a de Zootecnia e a de Engenharia Rural. O DNPEA continuava, contudo, limitado em termos orçamentários para atender a determinadas exigências, como a de aumento de salário para seus servidores. Sem recursos humanos e financeiros, aquele Departamento não conseguiu corresponder às novas exigências do País.

Em 1972, contava o DNPEA com 874 técnicos, dos quais apenas 93 possuíam algum tipo de treinamento em pós-graduação. No que concerne à gestão, havia uma estrutura institucional ainda bastante rígida, típica do serviço público tradicional. Não é então de estranhar que tenha tido tão curta existência. A demanda da sociedade, principalmente dos seus núcleos urbanizados, era por alimentos baratos e abundantes e por matérias-primas, fibras principalmente, para o setor industrial em expansão. As mudanças, quase que constantes nas organizações de pesquisa agrícola e na estrutura do Ministério da Agricultura, derivavam, em grande medida, do fracasso no atendimento das demandas oriundas da intensidade dos processos conjugados de urbanização e industrialização.

Ainda em 1972, o ministro da Agricultura assinou portaria na qual criava um Grupo de Trabalho com os seguintes propósitos: a) “definir os principais objetivos e funções da pesquisa agropecuária, indicando uma estratégia em consonância com as necessidades do desenvolvimento nacional, de acordo com o previsto no documento *Metas e Bases para a Ação do Governo*; b) identificar as principais limitações ao pleno atingimento desses objetivos; c) sugerir providências apropriadas à expansão dessas atividades, especialmente quanto à coordenação, à programação e aos recursos; d) indicar as fontes e as formas de financiamento necessário à ampliação dessas pesquisas; e e) propor a legislação adequada para assegurar a dinamização desses trabalhos” (EMBRAPA, 197, p. 86).

Com amplo aproveitamento das sugestões contidas no estudo efetuado pela Comissão de Alto Nível, nomeada em 1970, o relatório desse novo Grupo de Trabalho terminou por apresentar dois caminhos para a reformulação institucional da atividade de pesquisa agropecuária brasileira. Um deles

consistia na manutenção da estrutura organizacional representada pelo próprio DNPEA, necessitando, porém, de alguns ajustes. O outro era a criação de uma empresa pública, vinculada ao Ministério da Agricultura, mas estabelecida como órgão da administração indireta (EMBRAPA, 2006). Esse novo caráter jurídico seria um garantidor do que se almejava em termos institucionais, ou seja, maiores agilidade e flexibilidade administrativa para captar e manejar recursos humanos e financeiros.

Discutindo a agricultura tropical: 1º ciclo da sua revolução

Assim, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) nasceu como resposta a problemas claramente identificados (EMBRAPA, 2006). Alguns deles advinham da larga utilização do modelo de substituição de importações, com o seu já referido viés de discriminação da agricultura, os problemas na produção de alimentos e fibras, e a baixa resposta que a agricultura vinha dando aos incentivos. Mas, também, a nova empresa de pesquisa agropecuária atrelou-se a um sonho: o desenvolvimento da agricultura brasileira, a geração de conhecimentos e tecnologias, a modernização do setor agrícola e o aumento da produção e da produtividade dos alimentos para a população, e de fibras para as indústrias. Ela se substanciou em um projeto que pode ser equacionado em quatro pontos: a criação de uma empresa pública de direito privado e de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária em sintonia com a extensão rural; o foco em produtos e ecorregiões; a adoção do Modelo Concentrado³ de pesquisa; e a concessão de prioridade ao conhecimento e à tecnologia tropical. O cumprimento do sonho inicial materializou-se com a criação de 37 centros de pesquisa, com a flexibilidade jurídica de coordenação, e com a criação efetiva de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e de um sistema moderno de assistência técnica e extensão rural.

³ Denominou-se de Modelo Concentrado de pesquisa o conjunto de medidas institucionais que criam os centros nacionais de pesquisa por produto, os centros temáticos e os centros ecorregionais de pesquisa. Nesses locais, foram concentrados talentos humanos altamente capacitados e recursos financeiros. O Modelo Concentrado diferia do antigo Modelo Difuso de pesquisa. Este último, com raízes teuto-americanas, fundamentava-se na execução de pesquisa em estações experimentais e institutos de pesquisa, que se dedicavam "a várias atividades, abrangendo ampla gama de culturas e criações". Pelas suas características, o Modelo Difuso, para ter sucesso, demandava, entre outros requisitos: abundância de talentos humanos e de recursos financeiros e materiais destinados à pesquisa; grande liberdade na escolha de projetos de pesquisa e "existência de uma massa crítica de agricultores organizados em bases competitivas" (ALVES, 1985, p. 383).

A decisão de modernizar a agricultura brasileira foi tomada seriamente. Dando suporte às medidas institucionais na área da pesquisa agropecuária, foi criado um Sistema de Crédito Rural de grande agilidade e eficiência. A ação planejada e executada para o fortalecimento e o desenvolvimento da agricultura tropical no Brasil é por demais conhecida dos estudiosos. A partir de 1973, a Embrapa começou a executar uma série de medidas importantes, estando, entre essas, um agressivo programa de formação e treinamento dos seus pesquisadores, que saem em grande número para cursos de mestrado e doutorado, principalmente em universidades norte-americanas e européias. Tudo isso significou empreender substancial investimento em pesquisa agropecuária. Tais investimentos e ações, canalizados para projetos inovadores concretos, vieram a transformar radicalmente o perfil acadêmico do quadro de pesquisadores da Empresa, elevando, assim, o grau de maestria no processo de transformação de problemas concretos, vividos e sentidos pelo produtor, em agendas de pesquisa com alta capacidade e potencial de resposta.

Com idéias inovadoras e investimentos, criou-se também um novo modelo institucional baseado em centros nacionais de pesquisa por produto, em centros temáticos e em centros ecorregionais de pesquisa. O fortalecimento do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária foi uma das conquistas fundamentais do período, ao tornar eficaz sistemas estaduais de pesquisa de alta produtividade. É nessa medida, isto é, com ações e investimentos concretos, que se dá, no presente, a contribuição para a construção do futuro, sempre aprendendo com as lições do passado.

Em que pese as aparências em contrário, o salto de qualidade da pesquisa agropecuária, que ocorreu a partir dos anos 1970, processou-se, como foi visto na seção anterior, gradativamente. Durou décadas, até vir a explodir nos anos de 1970, por injunções socioeconômicas e pelo voluntarismo de alguns que souberam traduzir as demandas e os incentivos em ações conseqüentes.

O esforço conjunto da pesquisa agropecuária, tanto em âmbito federal como estadual, as ações da assistência técnica e extensão rural, a ampliação do sistema de crédito rural e a participação dos produtores rurais e da agroindústria produziram um fenômeno interno conhecido como “primeiro ciclo da revolução da agricultura tropical no Brasil”. A ocupação do Cerrado foi uma das principais conquistas desse ciclo. Tal revolução trouxe impactos econômicos e sociais da maior relevância para o País, expressos nos seguintes fatos: interiorização do desenvolvimento – trazendo mais renda, emprego, educação e saúde para a população – e aumento do índice de desenvolvimento humano (IDH); estabilização do abastecimento; redução dos preços da cesta

básica, que resultou em aumento real do salário dos trabalhadores; e aumento das exportações agrícolas, que produziu, ao mesmo tempo, grandes saldos comerciais e menor vulnerabilidade externa.

A pesquisa brasileira produziu, nos últimos 30 anos, uma lista considerável de inovações fundamentais, tanto tecnológicas quanto institucionais. Essa lista colocou o Brasil em lugar de destaque na construção da agricultura tropical. Contudo, por uma série de razões históricas, observa-se, nas últimas décadas, uma profusão de leis e decretos que têm freado a dinâmica das instituições de ciência e tecnologia do setor público. Nesse contexto, situam-se dispositivos de diversos instrumentos: o Decreto-Lei nº 2.300, de 21 de junho de 1986; a própria Constituição Federal de 1988; o Decreto-Lei nº 99.328, de 1990, e outros instrumentos legais. Pelo efeito sucessivo da legislação, a Embrapa entrou no século 21 desprovida das suas características de flexibilidade e agilidade institucionais. No lugar das características de dinâmica institucional dos anos 1970, a Empresa vai-se caracterizando por uma estrutura rígida, que limita a agilidade gerencial. E isso ocorre exatamente em momento quando novos e importantes desafios se manifestam.

Tecnologia, educação e inclusão social

Como enfatizado, a incorporação da ciência à atividade produtiva agropecuária e agroindustrial já é uma realidade há algumas décadas. Cada vez mais clara e perceptível por todos, essa realidade demanda ações e comportamentos bastante específicos. As máquinas, no campo e na agroindústria, exigem operadores cada vez mais escolarizados; a gestão moderna do negócio agrícola requer gerentes e proprietários capazes de lidar com os avanços da informática, da biotecnologia, da agricultura de precisão e da nanotecnologia (MATTOSO, 2005). A cada vez que se sofisticam as exigências de mercado por qualidade, torna-se imperiosa a difusão da ciência e da tecnologia nas atividades rurais e urbanas. A existência de população educada, apta a viabilizar a transformação técnico-científica, é condição para a inclusão social e para a competitividade das atividades agropecuária e agroindustrial brasileiras.

O desenvolvimento do agronegócio não comporta a exclusão. Para não criar nem sustentar uma agricultura excludente, os temas ligados à pobreza rural, à educação, à saúde e à atividade agrícola precisam ser seriamente tratados como tópicos inter-relacionados. Erradicar a pobreza é tarefa de todo

brasileiro, isto é, da sociedade e dos governos. Precisa-se urgentemente transformar os afetados pelo subdesenvolvimento em construtores do desenvolvimento. Os caminhos para isso são inúmeros, mas nenhum deles pode negligenciar a educação.

O *não-saber-fazer* está ligado aos aspectos mais distintos da vida social e econômica do indivíduo. O *não-saber-lidar* com cultivares novas, defensivos agrícolas, questões da saúde familiar, máquinas sofisticadas, informática, gerenciamento racional da sua unidade produtiva é incompatível com a agricultura atual. Acredita-se que isso não pode ser resolvido apenas com as atividades tradicionais da assistência técnica e extensão rural.

O *saber* e o *saber-fazer* (que implica conhecimentos, habilidades, aptidões, atitudes, valores, comportamentos) estão na base de qualquer processo de desenvolvimento pessoal e social. Qualquer grande política para o desenvolvimento deveria começar entrelaçada, entre outras, por forte política educacional, que garanta, por exemplo, escola de tempo integral e de qualidade para todos. Esse é um imperativo dos novos tempos. Não é só o pequeno produtor que precisa adquirir conhecimento. É toda a sua família. O *saber* e o *saber-fazer* conduzem, necessariamente, a uma dimensão adicional de fundamental importância, que é o *fazer-saber*, o que implica ensino, aprendizagem e construção do conhecimento.

Entre as atividades do *fazer-saber* de uma escola de qualidade, está a descoberta, o desejo, a aproximação e a estima do aluno para com o mundo dos livros. Tem-se, assim, uma mediação relevante na construção do conhecimento, ou seja, do conhecimento crítico da natureza e da sociedade e do discernimento valorativo e conceitual. A escola de qualidade dá ao aluno os elementos fundamentais para o *saber* e o *saber-fazer*. A utilização da ciência e da tecnologia no campo depende, sobretudo, da educação do usuário. Desde 1998, a taxa de analfabetismo é decrescente no Brasil. Saiu-se de uma taxa de 13,8 % de analfabetos, naquele ano, para outra de 11,6 %, em 2003. Há, sem dúvida, aí uma conquista. No entanto, ainda se está muito longe da necessária universalização da educação inicial, mesmo a do ensino médio, e de se oferecer a educação que a população brasileira merece.

Insistir em uma política de investimentos em ciência e tecnologia para a agricultura tropical não significa voltar as costas para a gravíssima urgência dos investimentos em educação de qualidade em todos os níveis. Estes – os investimentos em educação e ciência e tecnologia – são investimentos portadores de futuro, no sentido de aumentar a competitividade brasileira, fazendo deste país um ajudante significativo das populações, dentro e fora das suas fronteiras.

Discutindo a agricultura tropical: 2º ciclo da revolução

O segundo ciclo da revolução da agricultura tropical brasileira é caracterizado pela centralidade das novas ciências, da bioenergia e das implicações socioeconômicas e ambientais das inovações agropecuárias, agroflorestais e agroindustriais no desenvolvimento nacional. Outra característica é a expansão dos contatos científicos, por meio da criação de centros de excelência em vários continentes.

Nesse segundo ciclo, a atenção voltou-se tanto para questões básicas tradicionais, de grande impacto interno e externo (produção de grãos, carnes, frutas, outros alimentos em geral e a produção de fibras para a indústria), quanto para fatores de grande apelo atual, como a agroenergia. O pleno sucesso desse segundo ciclo, além de exigir providências urgentes do ponto de vista institucional, abriu novas rotas de interação. No primeiro caso, tornou-se necessária não só a revitalização da Embrapa, como também do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), mediante providências que começaram a ser tomadas, como é o caso da agroenergia.

Agroenergia é um dos inúmeros temas portadores de futuro que permanece como desafio para o País. A agricultura de energia desponta no cenário mundial como grande oportunidade para ampliação do agronegócio brasileiro. A matriz energética mundial – hoje constituída principalmente pelo petróleo (35 %), pelo carvão (23 %) e pelo gás natural (21 %) – está em processo de mudança. Estudos têm apontado, de um lado, para a escassez relativamente próxima desses combustíveis fósseis, e, de outro, para os efeitos nocivos da emissão de gases perigosos originados da sua queima. A manter-se tal situação, o agravamento do efeito estufa poderá trazer realidades indesejáveis, como a extinção de várias espécies animais e vegetais, diminuindo ainda mais a nossa diversidade. Nesse contexto, a busca por novas fontes de energia renovável, destacando-se a energia gerada a partir da biomassa, passa a ser imprescindível para enfrentar os problemas das mudanças climáticas e do aquecimento global.

Desde 2006, como parte desse compromisso com o futuro, foi instalada a Embrapa Agroenergia. As ações dessa nova unidade ocorrerão a partir de duas bases. Uma é a rede de agroenergia, da qual fazem parte cientistas lotados em várias unidades de pesquisa do SNPA. A outra base será formada pelas unidades de implementação, uma em cada região do País. Espera-se

que sejam produzidos mais de 100 milhões de toneladas equivalentes de petróleo nos próximos 30 anos. Isso deverá ocorrer sem ocupação da área destinada à produção de alimentos.

As ações brasileiras nessa área, que envolvam investimentos, pesquisa, produção de biomassa, processamento, estabelecimento de padrões, certificação, armazenamento e consumo, devem estar atentas a algumas questões críticas, como a garantia de fornecimento regular e o estabelecimento de padronização, que ainda não existe. Padronização, classificação e certificação são questões fundamentais para a competição no comércio internacional (SOUSA, 2001; SOUSA; BUSCH, 2006).

A produção de biomassa requer a utilização de novas áreas sem competir com a agricultura de alimentos, nem com as florestas tropicais, o que coloca o Brasil em situação diferente da realidade de muitos países desenvolvidos. Assim sendo, o Brasil, que possui uma das maiores extensões de terra do mundo a ser incorporada ao processo produtivo, tem a grande oportunidade de transformar a agricultura de energia em componente relevante do seu agronegócio.

Há quatro caminhos viáveis a serem tomados pela agricultura de energia: os derivados de produtos intensivos em carboidratos ou amiláceos, como o etanol; os derivados de lipídios, como o biodiesel; os derivados de madeira e outras formas de biomassa, como briquetes ou carvão vegetal; e o aproveitamento de resíduos da agricultura para produção de etanol⁴. Qualquer que seja a rota a ser tomada, o Brasil terá vantagens competitivas. De fato, o País assumiu a liderança na geração e na implantação de tecnologia de agricultura tropical, associada a uma forte agroindústria, em que um dos paradigmas é justamente a agroindústria de etanol, reconhecida como a mais eficiente do mundo, em termos de tecnologia de processo e gestão.

Buscando-se, ao mesmo tempo, intensificar os contatos científicos com centros de excelência e contribuir para o desenvolvimento agroindustrial dos demais países tropicais, a pesquisa agropecuária brasileira tem expandido o que veio a ser chamado de Laboratórios da Embrapa no Exterior (Labex). Esses laboratórios funcionam como alavancas adicionais importantes para o desenvolvimento científico e tecnológico da agricultura tropical. Com eles, os pesquisadores brasileiros interagem com seus congêneres de vários países.

Se, durante o primeiro ciclo da revolução da agricultura tropical, deu-se início à interação Norte-Sul, com o Labex-Estados Unidos e o Labex-França, começa-

⁴ Os norte-americanos estão investigando a possibilidade de aproveitamento de resíduos da agricultura, como palhada do milho e soja. Tudo que tenha celulose, mediante bactéria geneticamente modificada, é passível de ser transformado em álcool. A patente para esse processo é tão importante que os americanos costumam lhe dar um "número cheio", isto é, de 5.000.000. O professor Flávio Alterthum, da Universidade de São Paulo (USP), foi quem patenteou essa tecnologia.

se agora a experiência da interação internacional Sul-Sul. Essa experiência pioneira já está ocorrendo com a criação da Embrapa África, devidamente instalada em Acra, capital da República de Gana. O funcionamento do Escritório Embrapa África significa mais um passo significativo da agricultura tropical brasileira na direção de um apoio decisivo aos países situados na ampla faixa tropical do planeta. É importante ter-se em conta que a decisão de trabalhar com a África não significou um esquecimento da ampliação do contato Norte-Sul. Pelo contrário, no final de 2006, foi criado o Labex-Holanda, localizado na Wageningen University, onde serão realizadas, entre outras, pesquisas de biologia avançada e genômica.

Outro aspecto importante da segunda fase da revolução da agricultura tropical diz respeito aos alimentos e produtos geneticamente modificados. Essa área deve se expandir e sofisticar-se ainda mais em futuro próximo. Boa parte desse crescimento técnico-científico está relacionada ao surgimento de uma nova fronteira científica – a Biologia Avançada –, produto da associação entre a transgenia e a nanotecnologia.

No presente, já começam a surgir inovações, como o feijão resistente ao mosaico-dourado, transmitido pela mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.), a batata resistente ao vírus-do-enrolamento-das folhas (“*Papaya ringspot virus*”, PRSV) e o mamão (*Carica papaya* L.) resistente ao vírus-da-mancha-anelar (“*Potato leafroll virus*”, PLAV). A atual massa crítica de talentos humanos e de recursos científicos e laboratoriais já permitem prever, para futuro próximo, a criação de tomate resistente aos geminivírus, de alface (*Lactuca sativa* L.) resistente a fungos, de feijão resistente a caruncho (*Callosobruchus maculatus* Fabricius), de soja transgênica tolerante à seca, além de cultivares de algodão (*Gossypium* spp.) resistentes a herbicidas, insetos e doenças fúngicas e bacterianas.

A área de alimentos é bem sensível aos programas de qualidade e tem recebido influxos importantes, no caso agrícola, do programa de apoio ao estabelecimento de boas práticas agropecuárias no setor produtivo. A construção crescente dos sistemas de rastreabilidade deve garantir a produção de alimentos seguros e saudáveis. Nessa linha, os sistemas mais desenvolvidos até o presente momento correspondem à produção integrada de frutas e hortaliças e de produção de carne bovina de qualidade.

Interligados a essa problemática estão os nutracêuticos e os fármacos. Esse campo é pródigo em inovações. Para o futuro próximo, uma gama de tecnologias começa a dar seus primeiros passos para se converter em inovações concretas. A título de exemplo, cumpre lembrar várias pesquisas, como: planta-vacina de alface, para o combate a diarreias; cultivares de soja produtoras de hormônio de crescimento e de anticorpos contra vários tipos de câncer; animais biorreatores que contenham, no leite, hormônios do

crescimento; e ainda animais e plantas transgênicas produtores do Fator IX, fundamental para a coagulação sangüínea.

O binômio biodiversidade e biofábricas compõe aspecto significativo dessa segunda fase da revolução da agricultura tropical. O Brasil possui um quinto da biodiversidade do planeta, o que significa uma gama significativa de “princípios ativos”, em sua maioria desconhecidos. Converter ativos ambientais em produtos de utilidades diversas pode ser estratégico para o País, por gerar vantagens competitivas, negócios e empregos. É importante, nesse sentido, ressaltar a valiosa contribuição da biotecnologia para a concretização dessas ações. Além de plantas, fungos e fibras, pode-se produzir medicamentos, vacinas, cosméticos e outras substâncias da química fina, por meio de biofábricas.

A exploração do potencial da biodiversidade brasileira, aliada às tecnologias e à visão empreendedora das biofábricas, é a base para um novo tipo de agronegócio. Outro aspecto dessa valiosa associação é a possibilidade de, por meio dessas mesmas biofábricas que geram serviços e negócios, desenvolverem-se pesquisas sobre espécies vegetais ameaçadas. Nesse caso, a biotecnologia empregaria técnicas de micropropagação vegetal que possibilitam a produção de mudas em larga escala e em pouco tempo, superando, muitas vezes, as limitações encontradas pela propagação convencional dessas espécies. O Brasil tem atuado timidamente nessas áreas. Por serem importantes para a economia nacional, as ações de pesquisa de tais áreas serão gradualmente dinamizadas, proporcionando, assim, o efetivo aproveitamento da diversidade biológica que o Brasil detém, e podendo, também, agregar muito mais valor aos recursos naturais do País.

Nessa segunda fase, fibras e celulose continuam a merecer as atenções da agricultura tropical no Brasil. Isso decorre do fato de o setor de fibras para fabricação de produtos de papel ser muito promissor na América Latina, fazendo, desse continente, o principal sítio de produção no mundo. Isso resulta da grande produtividade florestal nas áreas tropicais e subtropicais que apresentam as espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Embora o setor de papel não tenha tido grande crescimento em termos mundiais (2 % a 3 % ao ano), deve-se considerar que o setor deve crescer muito na América Latina nos próximos anos, para atender principalmente ao mercado asiático. Nenhuma região do mundo consegue produzir fibras de celulose aos baixos preços praticados pela América Latina, especialmente, aos do Brasil. Por conta disso, produtores europeus e norte-americanos de fibras celulósicas tendem a fechar suas unidades menos produtivas para dar lugar a novos produtores na América Latina. O motivo é a alta produtividade das florestas tropicais (alta fotossíntese), que se reflete na diminuição do custo unitário.

O reflorestamento visando ao aproveitamento das áreas abertas e impróprias para a agricultura e a promoção de recuperação de áreas que não deveriam ter sido desmatadas abre expectativas para a mitigação do aquecimento global e para a redução da pressão sobre os estoques de florestas naturais. A isso somariam recentes tendências mundiais de redução do uso de madeira de floresta nativa para diversos fins. O empenho é para que isso decresça dos atuais 67 %, para 50 % em 2025 e 25 % em 2050 (KAUPPI et al., 2006).

As empresas buscam maior uniformidade da celulose, utilizando madeira homogênea e estabelecendo maior controle do processo. A fabricação de papel requer mais velocidade de máquina, mais facilidade de desaguamento e muita resistência da fibra. Com isso, agride-se menos a fibra e recorre-se a menos produtos químicos, causando, assim, menor impacto ambiental. Nesse sentido, as pesquisas buscam a otimização das propriedades da fibra de celulose (histerese, deformação, distribuição, comprimento, resistência) a fim de aumentar a produtividade do processo de fabricação de celulose e papel, bem como de reduzir o impacto ambiental e oferecer propriedades diferenciadas ao papel. As principais linhas inovadoras na área de fibras de celulose na atualidade dependem da nanotecnologia para a fabricação de produtos inteligentes. Também a área de biorrefinaria florestal, que se propõe a extrair valor da madeira não somente de fibras para a produção de papel, mas também de produtos com maior valor agregado, por meio da conversão dos componentes da madeira em biocombustíveis, polímeros e outros produtos utilizáveis em química fina. Pode-se citar ainda pesquisas na área de biotecnologia, como o programa genoma do eucalipto (*Eucalyptus* spp.). Tais programas buscam reduzir o teor de lignina na madeira, aumentar o volume de fibra na árvore e alterar as estruturas de vasos no eucalipto. Como consequência, aponta-se o aumento de produtividade e a homogeneidade da floresta – 100 % da madeira consumida vem de floresta plantada. Outras vantagens obtidas são a redução do uso de químicos na polpação e de consumo de energia e de água no processo.

A produção de fibras celulósicas na atualidade se dá, basicamente, por processos de polpação da madeira por métodos químicos, mecânicos e mecano-químicos. As fibras são utilizadas principalmente na fabricação de papéis (para impressão e escrita, como embalagem e componente sanitário). Algumas unidades convertem as fibras de celulose em derivados, como viscosa, raiona, celulose microcristalina, nitrato de celulose e acetato de celulose. Existem também os mercados de energia e dos produtos sólidos da madeira, como madeira serrada, chapas e compensados.

Atividade adicional de grande importância deriva da domesticação de novas espécies. Em vários ecossistemas brasileiros, existe intensa atividade de

coleta de itens biológicos que fazem parte dos recursos extrativos do País, como frutos e resinas nativas. Na medida em que a demanda por esses frutos e resinas cresce, em âmbito regional ou nacional, o plantio domesticado passa a ser imperativo. Esse processo de domesticação, que já ocorreu com a seringueira, o guaraná (*Paullinia cupana* Kunth), a castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), o cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) K. Schum.], o açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), a pimenta-longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) e o jambu [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen], pode ocorrer com outras espécies.

O cupuaçu – que estava restrito à coleta extrativa e à produção nos quintais –, com a tecnologia gerada pela Embrapa e as experiências dos produtores, foi plantado racionalmente em mais de 25 mil hectares na Amazônia (HOMMA, 2006, p. 49).

Também fundamental é a área de sanidade vegetal e animal (novas doenças, doenças “revigoradas”). Os sistemas de sanidade têm por objetivo proteger o sistema produtivo, sem afetar a saúde do consumidor final. No caso da produção animal, entende-se que a expressão do potencial genético dos rebanhos e produtivo dos sistemas de criação ocorrerá se os fatores constritivos forem eliminados. Há problemas sanitários que precisam ser resolvidos como forma de apoiar a produção e acelerar as tomadas de decisão dos órgãos de vigilância sanitária. Para superar problemas nessa área, convém ainda motivar os produtores a se engajar em campanhas de controle e erradicação de doenças.

A sanidade animal está bastante relacionada tanto à produtividade quanto à qualidade de rebanhos e criações. Parte importante dos trabalhos nessa área está dirigida ao controle natural de parasitas, na prevenção contra doenças novas, como a encefalopatia espongiforme bovina (do acrônimo inglês BSE – *bovine spongiform encephalopathy*) e a gripe aviária, causada por uma variedade do vírus influenza (H5N1), e no surgimento de algumas doenças “revigoradas”, como é o caso da aftosa. No que diz respeito ao controle de pragas, é importante considerar que uma das características da agricultura tropical é a de entender que o controle químico precisa ser praticado simultaneamente a outras medidas, como o controle biológico e a sanidade. No caso dos ectoparasitos, como o carrapato-do-boi (*Boophilus microplus* Canestrini), a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* L.) e o berne, causado pela larva da mosca *Dermatobia hominis* L. Jr., doença de maior impacto em condições de criação extensiva de bovinos, a estratégia que se tem mostrado mais eficaz é a do “manejo integrado”. Esses ectoparasitos são responsáveis por: perda de peso corporal (ou ganho zero), decorrente da irritação dos animais, e também por lesões profundas, anorexia e morte; danificação do couro dos animais; transmissão de agentes patogênicos e lesões que permitem

infecções ou infestações secundárias. Ademais, vacas infestadas produzem menos leite, fato comprovado pelo pequeno ganho de peso e pelo desempenho dos bezerros.

Em sanidade animal e vegetal, qualidade é palavra de ordem. Com efeito, inúmeras mudanças ocorridas na área de fitossanidade, principalmente por meio da certificação de produtos, receberam influxo direto das medidas adotadas pela Organização Mundial do Comércio (OMC), mais precisamente do Acordo de Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS), do qual o Brasil é signatário.

Na história da agricultura brasileira, até bem recentemente, as pragas eram tidas, nos ecossistemas, como um mero detalhe. Seu surgimento induzia apenas seu combate, muitas vezes com o uso de produtos extremamente agressivos aos seres vivos. O objetivo principal estava centrado na produção e na produtividade, isto é, nos aspectos exclusivamente quantitativos.

Atualmente, a agricultura tropical faz abordagens que são utilizadas, sobretudo, para a obtenção de produtos de qualidade. Entre essas, estão as ações fitossanitárias sobre sistema integrado de produção e de pragas, áreas livres, monitoramento e dispersão. Os paradigmas buscados atualmente se fundam na produção, na produtividade, na sustentabilidade (tanto ambiental como social) e na qualidade. Busca-se diminuir o impacto ambiental com o uso racional dos agrotóxicos e, principalmente, com a procura de produtos biorracionais (aqueles relativamente inócuos para organismos não-alvo) e inimigos naturais.

No que concerne à recuperação de áreas degradadas, persistente atenção está sendo dada ao programa de integração lavoura-pecuária-floresta. Esse programa consiste num conjunto de técnicas que viabilizam a recuperação de áreas degradadas. Faz parte de seu foco a rotação de culturas e a sustentabilidade do sistema plantio direto, o que contribui para a diminuição do desmatamento da vegetação natural. Conforme palavras de um estudioso

a combinação de diversas plantas anuais e perenes, e também com a pecuária, tem-se revelado como um excelente sistema de uso da terra na Amazônia. As vantagens de natureza ecológica, em termos de proteção do solo, da flora e da fauna, podem ser associadas com a maior lucratividade das culturas componentes, práticas culturais mais adequadas, alternativa para a utilização de áreas degradadas e na recuperação de áreas que não deveriam ter sido desmatadas. (...) No final, a combinação de plantas sombreadas e sombreadoras procura imitar as condições originais da floresta. Plantas como o cacau, seringueira, cupuaçu, açaizeiro, pupunheira, espécies madeireiras podem ser combinadas em diversas modalidades, observando sempre a perspectiva do mercado das plantas componentes (HOMMA, 2006, p. 51).

A agricultura tropical, nessa segunda fase, está também comprometida com a exploração de novas possibilidades tecnológicas, a exemplo de ambiente aquático, novas fontes de alimentos, bactérias, algas e novas plantas. Quanto às novas commodities tolerantes a condições climáticas adversas e com maior valor nutricional, a Embrapa deverá, mantendo-se o atual nível de captação de recursos, colocá-las no mercado em até 5 anos. Entre essas inovações, está o cultivo do milho em solos arenosos e a recuperação de área de pastagens para produção de energia e desenvolvimento de sementes de soja com maior valor nutricional e mais tolerantes à estiagem.

Tanto nessas opções inovadoras quanto nas tradicionais, o binômio tecnologia e inovação precisa ser aperfeiçoado incessantemente. Nesse contexto, é que se forma o conceito de inovação relevante (SILVA et al., 2005), relevância esta cujos exame e compreensão são necessariamente multidimensionais.

A Lei n° 10.973, de 2 de dezembro de 2004, conhecida popularmente como “Lei de inovação tecnológica”, define inovação, em seu artigo 2°, como a “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços” (BRASIL, 2004). Coerente com esse tipo de compreensão, pode-se ainda pensar, por exemplo, em distinção entre inovação e inovação relevante.

A inovação relevante emerge de processos de interação social, nos quais o conhecimento significativo é gerado no contexto da sua aplicação (dimensão prática ou concreta) e das implicações (moral ou ética). Isso quer dizer, por exemplo, que, além da eficiência, deve-se construir a relevância da agricultura tropical. Deve-se, assim, reconhecer a complexidade, a diversidade e a dinâmica do contexto tropical em transformação, indo além da preocupação com os resultados da pesquisa, de forma a incluir um compromisso com os seus impactos. Isso é importante para a própria pesquisa agropecuária, cuja sustentabilidade institucional depende mais da sua relevância externa do que de sua eficiência interna.

A inovação relevante representa uma ruptura inevitável com a lógica usual de inovação, conforme a qual uns atores geram, outros transferem e os demais adotam o conhecimento gerado, sem interação importante entre estes e outros atores sociais e institucionais do processo de inovação. Sem interação, corre-se o risco de formular e executar projetos de pesquisa com um alto grau de coerência interna, mas com pouca ou nenhuma sintonia com as realidades, necessidades e aspirações dos atores que deveriam beneficiar-se dos seus resultados. Mas é preciso compreender que só a interação permite identificar e superar lacunas de correspondência (de sintonia) com o entorno (contexto) relevante.

Se o contexto deve ser a referência, a maioria dos projetos deve ser concebida a partir de problemas abrangentes (complexos), dos quais se poderiam derivar os problemas propriamente disciplinares de pesquisa. O contexto não tem problemas nem desafios simples, mas um problema complexo para a pesquisa pode revelar vários problemas disciplinares de pesquisa inter-relacionados. Entre outras coisas, um projeto dessa natureza já não pode ser desenvolvido por um único indivíduo, a partir de uma única disciplina e eventualmente apenas por uma organização. Essa tarefa exige trabalho em equipe, enfoque interdisciplinar e, eventualmente, arranjo interinstitucional.

Gerencialmente, o conceito de inovação relevante implica elevada eficiência da gestão dos meios de pesquisa e, principalmente, relevância do conhecimento gerado e apropriado pelos atores sociais, econômicos, políticos e institucionais do desenvolvimento. Politicamente, a inovação relevante importa na preocupação com a sustentabilidade institucional das regras, os papéis e os arranjos institucionais constitutivos do SNPA, porque a complexidade da agricultura tropical requer atuação interdependente de todos os que integram o sistema.

Não se deve esquecer que a sustentabilidade implica cultivar as condições e as relações que geram e sustentam a vida. Portanto, a dimensão ética da atividade de pesquisa deve estar presente em todos os momentos do processo, desde a negociação dos problemas e a definição dos desafios relevantes e a concepção dos projetos de pesquisa, passando por sua execução, até a aplicação dos seus resultados e a verificação das conseqüências dos seus impactos. A ética é um tema transversal que influencia a forma de as pessoas serem, sentirem, pensarem, fazerem e falarem. Assim sendo, ela não pode ser reduzida apenas a um conjunto de procedimentos a ser seguido de forma instrumental ou operacional. Ao contrário, ela implica novo comportamento, comprometido com a sustentabilidade das várias formas e modos de vida associados à agricultura tropical.

A inovação para sistemas integrados de produção não deve ser discutida nem percebida, e muito menos praticada, como um conjunto de instrumentos conceituais, ferramentas metodológicas e passos operativos, que podem ser sintetizados num manual de pesquisa. Trata-se, isto sim, de mudança de padrão norteador de atitudes e comportamentos, cujas implicações incluem transformação qualitativa dos modos de interpretação e de intervenção.

Pesquisadores brasileiros – atuando em conjunto com especialistas em políticas públicas e desenvolvimento institucional, produtores e consumidores – são chamados a liderar novas frentes de inovação. Tal postura favorece a antecipação dos problemas, o planejamento de soluções e o teste de resultados, com arrojo e também cautela, rigor e segurança.

Tecnologia é um processo dinâmico. Novas tecnologias deverão ser geradas e inovações implementadas, as quais levarão à diminuição das desigualdades regionais, promovendo a efetiva inserção do agricultor no mercado e a sustentabilidade da agricultura tropical, da agricultura dos trópicos, nas dimensões econômica, social e ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem a José de Souza Silva, Otavio Balsadi Alfredo Kingo Oyama Homma, Jorge Luiz Colodette, José Carlos Nascimento e Emilson França de Queiroz, pelas sugestões recebidas.

Referências

- ALBUQUERQUE, R. H. P. L. de; ORTEGA, A. C.; REYDON, B. P. O setor público de pesquisa agrícola no Estado de São Paulo: parte I. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 79-132, jan./abr. 1986a.
- ALBUQUERQUE, R. H. P. L. de; ORTEGA, A. C.; REYDON, B. P. O setor público de pesquisa agrícola no Estado de São Paulo: parte II. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 243-296, jan./abr. 1986b.
- ALVES, E. **O Dilema da Política Agrícola Brasileira** produtividade ou expansão da área agricultável. Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1984. 108 p. (EMBRAPA-DDT. Documentos, 29)
- ALVES, E. Modelo institucional da Embrapa. In: YEGANIANITZ, L. (Org.). **Perspectiva histórica e desenvolvimento institucional**. Brasília, DF: Embrapa – DEP, 1985. p. 373-393. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 21).
- BRASIL. Lei n.º 10.793, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 22 set. 2006.
- BROCKWAY, L. H. **Science and colonial expansion: the role of the british royal botanic gardens**. New Haven: Yale University Press, 2002.
- DANTES, M. A. M. Institutos de pesquisa científica no Brasil. In: FERRI, M. G.; MOTOYAMA, S. (Org.). **História das ciências no Brasil**. São Paulo: Edusp/EPU, 1980. v. 2, p. 341-380.
- EMBRAPA. **Sugestões para a formulação de um sistema nacional de pesquisa agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 122 p. (Embrapa Informação Tecnológica. Projeto Memória Embrapa (MPE). Edição especial do documento original (Livro Preto) de junho de 1972.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **II Plano Diretor: Embrapa Clima Temperado, 2000-2003**. Pelotas, 2000. 34 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 72).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. **Plano Diretor do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – CPACT** Pelotas, 1993. 41 p.
- EMBRAPA. Proposta para formulação de um sistema setorial de pesquisa agropecuária. Brasília, DF, [197-]. 157 p. (EMBRAPA. Documentos, 2).
- FAUSTO, C. **Os índios antes do Brasil**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 2000.

- FUNARI, P. P.; NOELLI, F. S. **Pré-história do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- HOMEM DE MELLO, F. **O problema alimentar no Brasil**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- HOMMA, A. K. O. Eixo tecnológico da ecorregião norte. In: SOUSA, I. S. F. de (Ed.). **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 37-60.
- KAUPPI, P. E.; AUSUBEL, J. H.; FANG, J.; MATHER, A. S.; SEDJO, R. A; WAGGONER, P. E. Returning forests analyzed with the forest identity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 103, n. 46, p. 17.574-17.579, nov. 2006.
- MALAVOLTA, E. **A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo: passado, presente e futuro**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976.
- MALAVOLTA, E. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da USP. In: FERRI, M. G.; MOTOYAMA, S. (Org.). **História das ciências no Brasil** São Paulo: Edusp/EPU, 1981. v. 3, p. 105-149.
- MATTOSO, L. H. C.; MEDEIROS, E. S. de; MARTIN NETO, L. A revolução nanotecnológica e o potencial para o agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 14, n. 4, out./nov./dez. p. 38-46. 2005.
- NEWELL, R. E. The circulation of the upper atmosphere: upper atmosphere wind circulation regions that operate either like heat engines or refrigerators. **Scientific American**, New York, v. 210, p. 62-72, mar. 1964.
- PATERNIANI, E. Genética vegetal. In: FERRI, M. G.; MOTOYAMA, S. **História das ciências no Brasil**. São Paulo: EPU / EDUDP, 1979. v. 1 p. 219-240.
- PROUS, A. **O Brasil antes dos brasileiros** Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 2006.
- RODRIGUES, C. M. Gênese e evolução da pesquisa agropecuária no Brasil: da instalação da corte portuguesa ao início da República. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 21-28, jan./abr. 1987a.
- RODRIGUES, C. M. A pesquisa agropecuária federal no período compreendido entre a República Velha e o Estado Novo. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 129-153, maio/ago. 1987b.
- RODRIGUES, C. M. A pesquisa agropecuária no período do pós-guerra. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 3, p. 205-254, set./dez. 1987c.
- SAMPAIO, T. **História da fundação da cidade de Salvador** Salvador: Tipografia Benedita, 1949.
- SILVA, J. de S.; CHEAZ, J.; SANTAMARÍA, J.; MATO, M. A.; LIMA, S. V.; CASTRO, A. M. G.; SALAZAR, L.; MAESTREY, A.; RODRÍGUEZ, N.; SAMBONINO, P.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, F. J. . **La innovación de la innovación institucional**: de lo universal, mecánico y neutral a lo contextual, interactivo y ético. Quito: Artes Gráficas Silva, 2005.
- SOUSA, I. S. F. de. **A sociedade, o cientista e o problema de pesquisa** São Paulo: Editora Hucitec, 1993.
- SOUSA, I. S. F. de. **Classificação e padronização de produtos, com ênfase na agropecuária**: uma análise histórico-conceitual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. (Texto para Discussão, 10).
- SOUSA, I. S. F. de; BUSCH, L. Standards and state-building: the construction of soybean standards in Brazil. In: BINGEN, J.; BUSCH, L. (Org.) **Agricultural standards: the shape of the global food and fiber systems**. Holanda: Springer, 2006. p.125-135.
- TARDE, G. **Monadologia e sociologia**: e outros ensaios. São Paulo: Cosac Naify, 2007.
- ZARUR, J. Considerações em torno da geografia humana do São Francisco. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, n. 9, p. 126 – 130, 1943.

Capítulo 2

Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira

Eliseu Roberto de Andrade Alves
Elisio Contini
José Garcia Gasques

Nos últimos 32 anos (1975–2007), a história da produção agrícola e dos setores para trás e para frente, definidos como agronegócio¹, é rica em lições. As terras férteis para culturas haviam sido já conquistadas, como as do Paraná e do Mato Grosso do Sul, restando áreas de campo com pouca fertilidade no Sul e as vastas extensões de Cerrado no Centro-Oeste, de pecuária extensiva, e marginais para as culturas.

A industrialização tomava força no País, levando consigo acelerada urbanização, já que os salários no meio urbano eram superiores aos da agricultura. Um novo desafio se impunha: abastecer com comida barata a crescente população urbana e aumentar e diversificar as exportações de produtos de origem agropecuária, garantindo divisas para a importação de bens de capital para a indústria.

A agricultura responde a contento a esses novos desafios. Com o apoio da ciência, da disponibilidade de insumos modernos, de maquinaria e de instrumentos de política agrícola, a agricultura se moderniza, aumenta significativamente a produtividade da terra, do trabalho e do capital. Além do aumento da produção por meio da produtividade, a pesquisa estabelece sistemas de correção do solo e cultivares adaptadas para o Cerrado, conquistando, para a produção, enormes

¹ Agronegócio: a soma das atividades de fornecimento de bens e serviços à agricultura, da produção agrícola, do processamento, da transformação e da distribuição de produtos de origem agrícola até o consumidor final. No segmento de produção, são contemplados o pequeno, o médio e o grande produtor rural.

quantidades de terras mecanizáveis. Assim, é suprido o crescente mercado interno e as exportações aumentam e se diversificam.

Aqui analisar-se-á a evolução da agricultura, centrando seu foco na evolução da produção e da produtividade, tanto parcial (da terra, do trabalho e do capital), como dos fatores totais – Produtividade Total do Fatores (PTF). Descrever-se-á a evolução do setor e analisar-se-ão os fatores fundamentais que impulsionaram o seu rápido desenvolvimento. Procurar-se-á demonstrar que a pujança do agronegócio hoje não foi obra do acaso, mas sim de vontade política e de ações inteligentes, aproveitando oportunidades dos mercados interno e internacional.

Inicialmente, identifica-se o processo de industrialização como a força motriz da modernização da agricultura brasileira. Como foco do trabalho, analisam-se a evolução da produção, da produtividade e suas fontes de crescimento para as principais lavouras e produtos da pecuária. Por fim, comenta-se a recente inserção do agronegócio brasileiro no cenário internacional. O período analisado será de 1975 a 2007.

A industrialização como força motriz da modernização

A modernização da agricultura brasileira nas últimas décadas fortaleceu-se tendo como base a transformação global da economia e da sociedade brasileira, acompanhada por forte industrialização. Após a II Guerra Mundial, consolidou-se o projeto de industrialização brasileiro, baseado nas seguintes idéias:

- a) Pelas teses da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal), liderada por Raul Prebisch, a relação de troca movia-se contra os países exportadores de matérias-primas. E, assim, a política econômica deveria favorecer o desenvolvimento do mercado interno e a diversificação da pauta de exportações. E o caminho era a industrialização.
- b) Os modelos de dois setores como o de William Arthur Lewis² se assentaram na hipótese de produtividade marginal do trabalho nula na agricultura.

² Lewis, juntamente com Theodore Schultz, ganhou o Prêmio Nobel em 1979 por 'pesquisas pioneiras em desenvolvimento econômico... com considerações particulares sobre os problemas dos países em desenvolvimento'. É mais conhecido pelo seu conceito de 'economia dupla'. De acordo com Lewis, a economia de um país pobre pode ser pensada como contendo dois setores, um setor pequeno 'capitalista' e um setor muito grande que pode ser chamado de 'tradicional'. Este modelo de dois setores se tornou a principal teoria do processo de desenvolvimento nos países menos desenvolvidos, que tinham um excesso de trabalho durante as décadas de 1960 e de 1970. De acordo com este modelo, o setor tradicional é caracterizado por ter a produtividade marginal do trabalho igual a zero." Fonte: <<http://grupohead.tripod.com/economistas/lewis.htm>>. Acesso em: 2 set. 2007.

O caminho era remover o excesso de trabalhadores rurais para a indústria e para o setor de serviços.

- c) A guerra mostrou que o poderio militar dependia fortemente da indústria e, ainda mais, as economias diversificadas tinham muito mais capacidade de gerar empregos, tão necessários em tempos de aceleração das taxas de natalidade.

No começo da década de 1950, o governo brasileiro adotou uma política econômica de industrialização forçada (*draft industrialization*). Até o começo da década de 1970, facilidades foram criadas para a indústria, discriminando fortemente a agricultura. As bases da política assentavam-se em manter o câmbio sobrevalorizado; câmbios múltiplos para favorecer a importação de bens de capital e desfavorecer as demais; e concessão de empréstimos a taxas de juros subsidiadas para a indústria de bens de capital. Posteriormente, também para a importação de bens de consumo, investimentos em infraestrutura de energia e transporte. Finalmente, foram mantidos baixos os preços de alimentos para evitar pressões sobre os salários dos trabalhadores urbanos. Deu-se prioridade à infra-estrutura urbana, a investimentos em habitação e saúde e à proteção do salário.

Os sinais se tornaram claros no meio rural: a discriminação da agricultura e o favorecimento da indústria fortaleceram o poder de atração das cidades, e o êxodo rural se acelerou rapidamente. A Tabela 1 mostra que a urbanização ganhou velocidade a partir da década de 1950 e se acelerou na década de 1970, e está, rapidamente, perdendo ímpeto, em vista de ter completado o ciclo em todas as regiões, à exceção da Norte e da Nordeste (ALVES; LOPES; CONTINI, 1999). A Tabela 1 apresenta dados de 2010, como previsão, para indicar a desaceleração do êxodo rural.

Tabela 1. Urbanização, em porcentagem, da população brasileira a partir da década de 1940.

Anos dos censos	%
1940	31,2
1950	36,2
1960	44,7
1970	55,9
1980	67,6
1991	75,6
2000	81,2
2010 (previsão)	86,8

Fonte: Dados originais do IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

A industrialização cumpriu o objetivo de criar uma economia diversificada e urbanizada e aumentou substancialmente o poder de compra dos brasileiros. Em conjunção com o rápido crescimento da população no período de 1950 a 1990, fez a demanda de alimentos crescer a taxas de até 6 %, ensejando à agricultura ambiente muito favorável para crescimento e modernização³. O custo de oportunidade do trabalho cresceu para os agricultores, num ambiente de maciço êxodo rural, o que levou os produtores a intensificar a agricultura e a mecanizar a exploração.

Assim, a industrialização e a urbanização estabeleceram o paradigma de transformação da agricultura, sendo sua base principal a tecnologia e a ciência. Politicamente, ela deslocou o poder dos campos para as cidades, de sorte que, hoje, o Brasil é uma sofisticada sociedade urbana. O trabalho de Dias e Amaral (2000) faz excelente análise das principais transformações da agricultura num período longo de tempo.

Instrumentos da modernização

Na modernização da agricultura, destacaram-se três políticas: o crédito subsidiado, principalmente para a compra de insumos modernos e financiamento de capital; a extensão rural; e a pesquisa agropecuária, liderada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Como a tecnologia moderna, na sua maior parte, cristaliza-se em insumos modernos, o crédito rural é um instrumento de política agrícola muito importante. O setor privado, até o final da década de 1980, teve pequena participação nos empréstimos aos produtores rurais. A base foi o governo federal, principalmente via Banco do Brasil e Banco do Nordeste. As taxas de juros foram subsidiadas com maior intensidade no Brasil, especialmente no período de 1970 a 1985 (COELHO, 2001).

Na Fig. 1 são apresentados os valores dos financiamentos concedidos aos produtores e cooperativas no período de 1969 a 2006, em dólares de 2006. O período de 1974 a 1983 destaca-se fortemente dos demais em termos de volume de crédito, atingindo o valor mais alto em 1979, com R\$ 105,2 bilhões. É nesta fase que o crédito rural desempenha a função de impulsor da modernização da agricultura brasileira, como política de desenvolvimento do setor.

³ A partir da década de 1980, as taxas de crescimento da população começaram a declinar, acentuando-se na década de 1990.

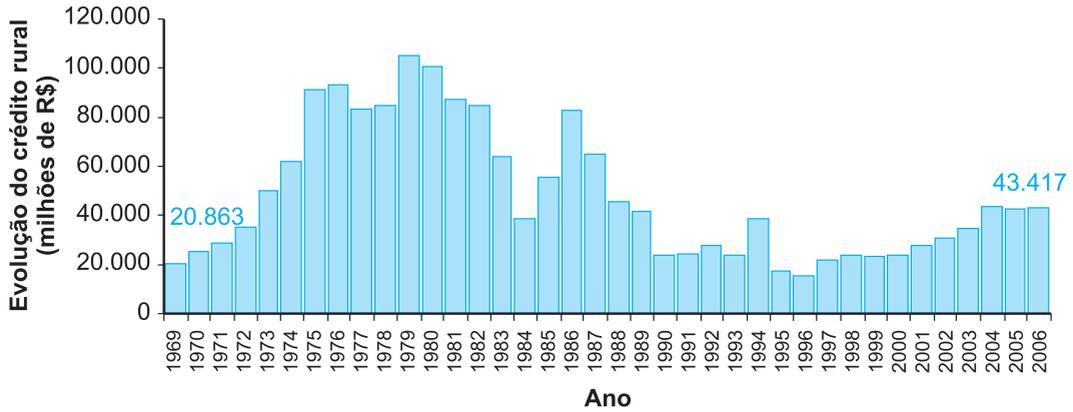


Fig. 1. Evolução do crédito rural no Brasil.

Fonte: Bacen (2007).

O crédito rural do governo associou-se com a assistência técnica pública e privada, dentro do princípio de suprir capital físico e humano. Até a década de 1990, a associação era compulsória, sendo paga pelo produtor, via banco, por uma taxa à assistência técnica. Hoje, a associação é voluntária e predomina a assistência técnica particular.

No período de 1950 a 1985, a modernização da agricultura, como política pública, não objetivou atingir a maioria dos produtores. O grau de instrução da maioria dos agricultores, os recursos disponíveis para o crédito rural e a posse regularizada da terra não permitiram a massificação do desenvolvimento tecnológico. Por isto, optou-se pela seletividade e, por consequência, pelo crédito rural, visto que ele dispõe de mecanismo embutido de auto-seleção, pelo qual os agricultores que não se enquadram se auto-eliminam, sem serem excluídos pelo governo. Assim, o fato de a modernização ter sido excludente não é surpresa alguma. A região mais pobre do Brasil, a Nordeste, foi a que mais perdeu, por ter menor índice de escolaridade, maiores complicações quanto aos títulos de posse da terra e agricultores com aversão ao risco.

No período de 1950 a 1970, deu-se ênfase à extensão rural, com base na hipótese de que existia um vasto estoque de tecnologias e se negligenciou a pesquisa. No início da década de 1970, percebeu-se que aquela hipótese era falsa. Ainda, àquela época havia se tornado claro que não era conveniente para o Brasil expandir a produção apenas por meio do aumento da área cultivada, embora mais da metade do território nacional permanecesse intocado. A melhor opção seria expandir a produção pelo incremento da produtividade da terra, reduzindo o ímpeto de conquista da fronteira agrícola. Por isto, passou-se a investir maciçamente em pesquisa agrícola, com o advento da Embrapa em 1973, e nos cursos de pós-graduação, sem reduzir os investimentos do governo federal em extensão rural. Em meados da década

de 1980, a União começou a reduzir o orçamento para difusão de tecnologia. Em 1991, a extensão rural passou para as mãos dos estados da Federação, terminando uma parceria que começou em 1956.

Quanto à pesquisa agropecuária, a criação da Embrapa e do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola (SNPA)⁴ (Fig. 2) representam um marco no processo de modernização da agricultura brasileira. Cria-se uma empresa pública de direito privado, com maior flexibilidade e agilidade na gestão. Concebe-se

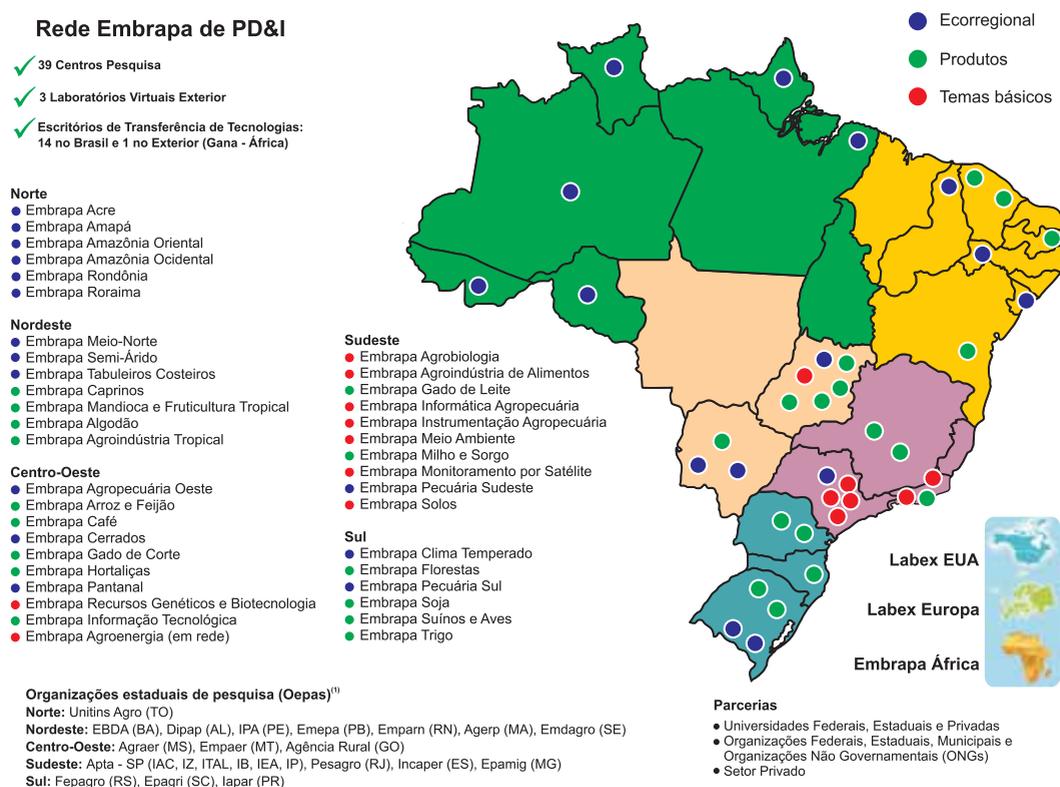


Fig. 2. Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA): Embrapa e Oepas.

¹ Agência Rural: Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário - Goiás; Agerp: Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - Maranhão; Agraer: Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural - Mato Grosso do Sul; Apta: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - São Paulo, integrada pelo Instituto Agrônomo (IAC), Instituto Biológico (IB), Instituto de Economia Agrícola (IEA), Instituto de Pesca (IP), Instituto de Zootecnia (IZ) e Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL); Emdagro: Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe - Sergipe; Dipap: Diretoria de Pesquisa Agropecuária e Pecuária - Alagoas; EBDA: Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A - Bahia; Emepa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - Paraíba; Empaer: Empresa de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso - Mato Grosso; Emparn: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte - Rio Grande do Norte; Epagri: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - Santa Catarina; Epamig: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Minas Gerais; Fepagro: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul - Rio Grande do Sul; Iapar: Instituto Agrônomo do Paraná - Paraná; Incaper: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Espírito Santo; IPA: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - Pernambuco; Pesagro-Rio: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro; Unittins Agro: Fundação Universidade do Tocantins, Diretoria de Pesquisa Agropecuária e Desenvolvimento Rural - Tocantins.

Elaboração: Tatiana Martins.

Fonte: Embrapa (2007).

⁴ O SNPA é formado pela Embrapa, pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas) e por institutos de pesquisa de âmbito federal, pelas universidades públicas ou privadas e por outras organizações públicas e privadas.

um modelo concentrado de pesquisa, capacitam-se recursos humanos em centros de excelência do Brasil e do exterior, equipam-se laboratórios com o objetivo de maximizar o tempo da inteligência humana.

São concebidos centros de pesquisa por produtos de importância econômica; em ambientes mais desconhecidos, criam-se centros de recursos, e para áreas estratégicas, centros temáticos de pesquisa. O governo federal apóia, principalmente por meio da Embrapa, a pesquisa agropecuária dos estados e as universidades de ciências agrárias. Estava preparada uma revolução científica.

A ciência aplicada desvenda o mistério dos solos ácidos e anteriormente imprestáveis do Cerrado. As novas cultivares transformam em produção, a taxas crescentes, as descobertas científicas. A ineficiente e extensiva pecuária de corte da região cede lugar à agricultura tropical pioneira e eficiente. Incorporam-se, potencialmente, mais de 200 milhões de hectares à agricultura brasileira. O Brasil tornou-se exemplo, para o mundo, de como transformar recursos naturais inaproveitáveis em recursos produtivos. Atualmente, mais de um terço da produção de grãos brasileira provém da região do Cerrado. Melhorou-se, também, a pecuária, com a genética animal, o plantio de pastos e novas técnicas de nutrição.

O Brasil dispõe de vastas extensões de terras mecanizáveis, que podem ser incorporadas ao processo produtivo. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), estima-se que existam mais de 100 milhões de hectares, no Cerrado, que podem ser incorporados à agricultura para culturas anuais e permanentes, mantendo intacta a Floresta Amazônica (Fig. 3). Além

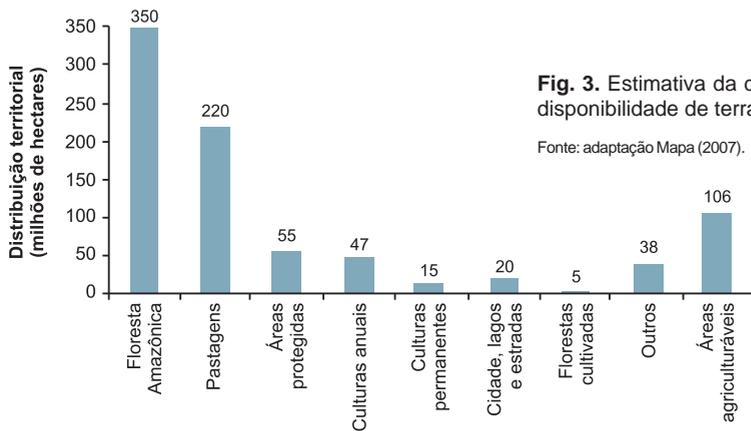


Fig. 3. Estimativa da distribuição territorial brasileira e disponibilidade de terras no País.

Fonte: adaptação Mapa (2007).



disso, dispõe-se de 220 milhões de hectares de pastagens que podem ser melhoradas, intensificando a produção e liberando áreas para culturas (GUIMARÃES, 2007). A questão do meio ambiente está resguardada pela legislação vigente, que exige um percentual de área nativa, e pelos 55 milhões de hectares protegidos, área superior à das culturas anuais.

A intensificação da agricultura demandou, também, a aplicação de quantidades consideráveis de insumos modernos, como fertilizantes, tanto em áreas antigas para a recuperação da fertilidade do solo, como em áreas novas, como as do Cerrado, para a correção dos solos.

Na Tabela 2 é apresentada a evolução do consumo de fertilizantes na agricultura brasileira, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e

Tabela 2. Evolução do consumo aparente de fertilizantes no Brasil, em toneladas, no período entre 1975 e 2005.

Ano	Fertilizantes (t)			
	Total	Nitrogenados	Fosfatados	Potássicos
1975	1.977.691	406.229	1.013.848	557.614
1976	2.464.884	481.542	1.285.378	697.964
1977	3.185.716	688.623	1.569.928	927.165
1978	3.222.386	702.243	1.530.992	989.151
1979	3.567.039	778.653	1.685.012	1.103.374
1980	4.200.619	905.560	1.988.486	1.306.573
1981	2.753.729	667.840	1.319.243	766.646
1982	2.718.470	643.613	1.198.475	876.382
1983	2.272.033	553.141	991.829	727.063
1984	3.454.508	823.936	1.554.534	1.076.038
1985	3.198.055	827.839	1.308.612	1.061.604
1986	3.928.997	989.611	1.648.788	1.290.598
1987	4.154.727	963.848	1.651.693	1.539.186
1988	3.743.748	876.866	1.498.615	1.368.267
1989	3.269.730	868.999	1.177.216	1.223.515
1990	3.148.290	779.315	1.185.793	1.183.182
1991	3.204.888	781.526	1.217.375	1.205.987
1992	3.584.367	865.466	1.346.087	1.372.814
1993	4.150.259	1.014.779	1.546.066	1.589.414

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ano	Fertilizantes (t)			
	Total	Nitrogenados	Fosfatados	Potássicos
1994	4.732.285	1.176.940	1.744.467	1.810.878
1995	4.308.799	1.134.645	1.494.953	1.679.201
1996	5.090.885	1.273.548	1.750.999	2.066.338
1997	5.491.907	1.302.201	1.947.996	2.241.710
1998	5.845.250	1.455.429	2.128.639	2.261.182
1999	5.171.888	1.393.049	1.699.966	2.078.873
2000	6.567.979	1.668.195	2.337.855	2.561.929
2001	6.838.076	1.639.915	2.482.260	2.715.901
2002	7.681.195	1.815.741	2.806.942	3.058.512
2003	9.449.172	2.223.075	3.414.281	3.811.816
2004	9.612.443	2.244.710	3.457.109	3.910.624
2005	8.526.135	2.201.404	2.898.367	3.426.364
Taxas anuais geométricas de crescimento				
	4,10	4,61	2,68	5,47

Fonte: IBGE (2007).

Estatística (IBGE), a Associação Nacional para Difusão de Adubos (Anda) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O consumo de fertilizantes é um dos indicadores do processo de modernização ocorrido na agricultura nos últimos anos. Tomando-se o consumo em termos de nutrientes totais, verifica-se que a taxa anual do consumo de nitrogenados, fosfatados e potássicos cresceu à média anual de 4,1 % no período de 1975 a 2005. Essa taxa de crescimento foi superior ao crescimento do produto agropecuário nesse período, que foi de 3,5 % ao ano (GASQUES; BASTOS; BACCHI, 2007). Entre os componentes do total de fertilizantes, o maior crescimento anual ocorreu em potássicos (5,47 %), nitrogenados (4,61 %) e fosfatados (2,68 %).

A intensificação da agricultura brasileira deu-se, ainda, pela elevada expansão do uso de máquina agrícolas automotrizes. Três fatores contribuíram para esse crescimento: a expansão da demanda de produtos agrícolas para o mercado interno e internacional, a forte migração rural-urbana, e a criação do Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota) em janeiro de 2000. Estes fatores determinaram a modernização da frota brasileira de máquinas e equipamentos como resposta ao envelhecimento do parque de máquinas, pois a idade média dos tratores era elevada, estimada em 16 anos por Barros (1999).

Aspectos interessantes vêm ocorrendo no processo de aquisição de máquinas e equipamentos. As vendas internas de tratores de todas as potências vêm aumentando (Fig. 4). Os tratores de pequeno porte, até 49 cv, pouco numerosos, experimentaram aumento de suas vendas nos últimos anos. Mas as vendas dos tratores de rodas de tamanho médio (50 cv a 99 cv), tradicionalmente utilizados na agropecuária brasileira, e dos tratores de 100 cv a 199 cv, considerados tratores grandes, foram as que mais expandiram (Fig. 4). Outra característica, em relação às máquinas agrícolas, é a acentuada expansão daquelas de grande porte, como os tratores acima de 200 cv. Da mesma forma, no conjunto de máquinas e equipamentos, outro item que sofreu considerável expansão foram as colheitadeiras, passando de 3.651 unidades vendidas em 2000, para 5.598 em 2004, o que representa acréscimo de 34,8 % em 4 anos.

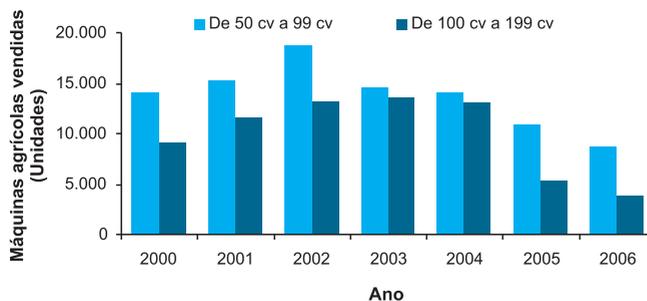
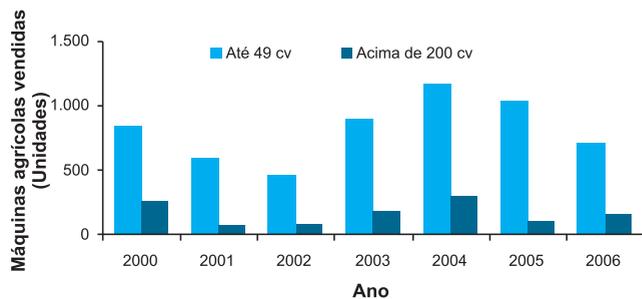


Fig. 4. Venda de máquinas agrícolas no mercado interno brasileiro entre os anos 2000 e 2006, de acordo com a potência, em cv.

Fonte: Anfavea (2007).

Evolução da produção, da área e da produtividade das lavouras

O crescimento da produção depende da expansão da área cultivada e do aumento da produtividade. A partir da década de 1970, os rendimentos passaram a ter influência crescente na explicação das taxas de crescimento da produção. É claro que os preços dos produtos agrícolas influenciam e são

influenciados pelo aumento da produção. Mas, é usual admitir que a tecnologia moderna traz um aumento da produção e este reflete-se na queda dos preços. Há, portanto, uma relação de precedência.

Dependendo da natureza da tecnologia, a queda dos preços pode frear a difusão da tecnologia. Mas, se a tecnologia for neutra ou a função de produção linear homogênea, o mecanismo de autocontrole não se fará presente. Assim, começa-se pela tecnologia para se evoluir para as mudanças de preços. Ou seja, admite-se que a tecnologia, quando na dimensão mundial, é causa principal da queda dos preços.

A tendência nos últimos anos tem sido de crescimento sistemático da produção das lavouras brasileiras. O fato mais observado a respeito desse crescimento é que ele tem ocorrido principalmente por causa dos ganhos de produtividade. Esta tem sido a força que impulsiona o crescimento da produção. A produção de grãos no Brasil entre 1991 e 2006, por exemplo, cresceu 106,74 %, enquanto a área, 24,5 %, e a produtividade, 66,7 % (Fig. 5).

O comportamento histórico da produção, área e produtividade para um conjunto selecionado de produtos como o arroz (*Oryza sativa* L.), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o milho (*Zea mays* L.), a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e o trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell), pode ser observado na Fig. 6, onde se registrou a evolução dessas lavouras de 1931 até 2007. Enquanto a área aumentou cerca de dez vezes no período, a produção cresceu quase 20 vezes. Outro aspecto que chama a atenção é a produtividade. Durante aproximadamente 45 anos, a produtividade da agricultura manteve-se praticamente estagnada; e, por essa razão, o aumento da produção era dependente do aumento da área.

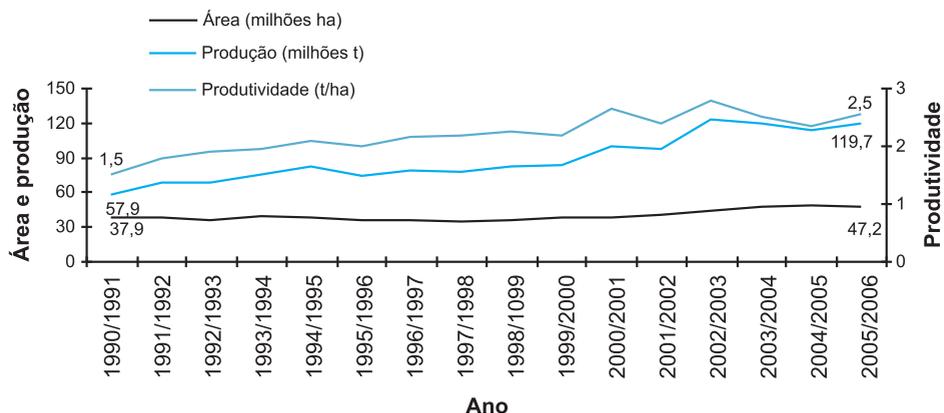


Fig. 5. Evolução da área cultivada, em milhões de hectares, da produção e da produtividade de grãos⁽¹⁾, em milhões de toneladas, entre os anos 1991 e 2006 no Brasil.

(1) Algodão (*Gossypium hirsutum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), arroz, aveia (*Avena sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), feijão, girassol (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus communis* L.), milho, soja, sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], trigo, triticale (*X triticosecalle* Wittmack)

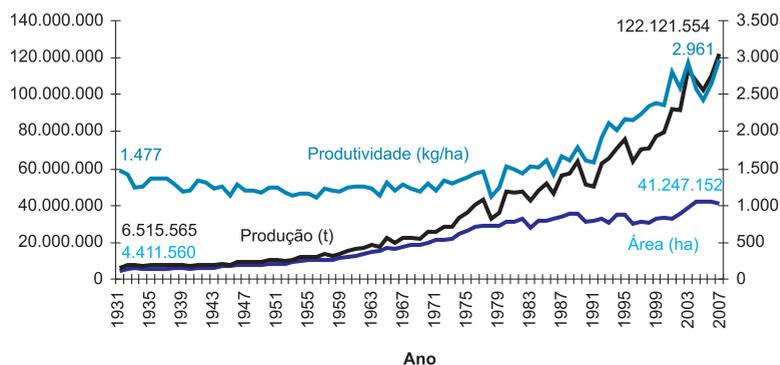


Fig. 6. Série histórica de produção e produtividade de grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) no Brasil.

Fonte: IBGE (2007).

A partir de 1975, passou a haver crescimento acentuado da produtividade. O indicador, para a média dos grãos, passou de um valor médio de 1.500 kg/ha para 3.000 kg/ha em 2007.

A Tabela 3 ilustra parte das informações referentes ao desempenho da agropecuária nos últimos anos. A produtividade chama novamente a atenção como fator decisivo no aumento da produção agropecuária brasileira. Entre 1977 e 2007, a área de cereais, leguminosas e oleaginosas aumentou em 8,7 milhões de hectares, enquanto a produção aumentou em 84 milhões de toneladas. Embora não estejam contidas nessa tabela, as participações regionais na produção nacional de grãos – informações complementares da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) – mostram que o Sul e o Centro-Oeste deverão

Tabela 3. Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil nas safras 1976/1977 a 2006/2007.

Safra	Área plantada (mil ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (mil t)
1976/1977	37.318,9	1.257,9	46.943,1
1977/1978	36.570,6	1.044,9	38.213,4
1978/1979	37.495,2	1.108,3	41.554,7
1979/1980	40.158,2	1.266,8	50.871,2
1980/1981	40.384,0	1.292,9	52.212,2
1981/1982	41.174,9	1.235,2	50.861,1
1982/1983	37.212,3	1.280,6	47.654,6
1983/1984	38.020,9	1.379,0	52.431,0
1984/1985	39.692,7	1.464,8	58.143,3
1985/1986	42.534,0	1.267,8	53.925,2
1986/1987	42.062,1	1.544,1	64.949,3

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Safra	Área plantada (mil ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (mil t)
1987/1988	42.810,7	1.548,9	66.307,6
1988/1989	42.243,3	1.692,3	71.487,6
1989/1990	38.945,0	1.496,5	58.280,3
1990/1991	37.893,7	1.528	57.899,6
1991/1992	38.492,3	1.777	68.400,1
1992/1993	35.621,3	1.916	68.253,2
1993/1994	39.094,0	1.945	76.035,0
1994/1995	38.538,9	2.104	81.064,9
1995/1996	36.970,9	1.990	73.564,7
1996/1997	36.574,8	2.144	78.426,7
1997/1998	35.000,8	2.187	76.558,7
1998/1999	36.896,2	2.234	82.437,9
1999/2000	37.824,3	2.195	83.029,9
2000/2001	37.847,3	2.649	100.266,9
2001/2002	40.219,0	2.406	96.760,6
2002/2003	43.946,8	2.803	123.168,0
2003/2004	47.422,5	2.512	119.114,2
2004/2005	49.068,2	2.339	114.695,0
2005/2006 (Preliminar)	47.325,9	2.552	120.774,8
2006/2007 (Previsão)	45.975,9	2.852	131.103,8

Fonte: Conab (2007).

produzir 100,0 milhões de toneladas de grãos, na safra 2006/2007, e a Região Sul lidera a produção nacional, seguida pela Centro-Oeste.

A observação dos dados por região mostra que o aumento de produtividade da agricultura brasileira ocorreu principalmente no Centro-Oeste. Essa região apresentou, ao longo do período de 1977 a 2007, uma combinação de expansão de área e de produção; porém, o aumento de produção de grãos foi muito superior ao crescimento da área. Disso decorre que a produtividade foi decisiva no aumento de produção. As áreas das demais regiões do Brasil

mantiveram-se sem alterações expressivas nesse período (CONAB, 2007) e os aumentos de produtividade foram menores que na Região Centro-Oeste.

Outro ponto que necessita ser mencionado ao analisar a produção de grãos no País é o destaque dado ao milho de segunda safra, também chamado milho-safrinha. Esse produto é assim chamado porque é plantado após a retirada da lavoura de soja. Em geral, isso é feito no mês de janeiro, embora algumas regiões possam antecipar ou retardar esse período. O milho de segunda safra adquiriu importância econômica no Brasil e em regiões como a Centro-Oeste, especialmente em Mato Grosso. Pela Tabela 4 vê-se que a safra prevista para

Tabela 4. Produção de milho no Brasil (segunda safra), entre a safra de 1976/1977 e 2006/2007.

Safra	Área (mil ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (mil t)
1976/1977	-	-	-
1977/1978	-	-	-
1978/1979	-	-	-
1979/1980	146,0	540	78,8
1980/1981	243,0	523	127,0
1981/1982	228,0	500	114,0
1982/1983	103,9	320	33,2
1983/1984	325,0	1.174	381,5
1984/1985	373,0	1.297	483,8
1985/1986	460,0	1.109	510,0
1986/1987	549,0	1.056	579,6
1987/1988	526,0	848	446,3
1988/1989	665,8	932	620,6
1989/1990	518,4	966	500,8
1990/1991	799,6	1.320	1.055,5
1991/1992	990,3	1.544	1.529,4
1992/1993	1.283,7	1.871	2.401,5
1993/1994	1.753,9	1.283	2.249,8
1994/1995	1.667,8	2.069	3.451,2
1995/1996	1.721,1	2.039	3.509,6
1996/1997	2.198,5	1.825	4.011,2
1997/1998	2.321,0	2.405	5.582,7
1998/1999	2.690,6	2.100	5.651,4

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Safra	Área (mil ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (mil t)
1999/2000	2.908,1	1.350	3.925,2
2000/2001	2.426,4	2.661	6.456,7
2001/2002	2.885,0	2.142	6.180,5
2002/2003	3.562,7	3.592	12.797,3
2003/2004	3.317,7	3.187	10.574,3
2004/2005	3.186,4	2.419	7.708,3
2005/2006 (Preliminar)	3.311,1	3.233	10.705,9
2006/2007 (Previsão)	-	3.519	14.405,3

Fonte: Conab (2007).

2007 de milho de segunda safra é de 14,4 milhões de toneladas, aproximadamente 30 % da produção do milho de primeira safra.

O aumento da produção agropecuária permitiu que houvesse aumento da disponibilidade de produtos de lavouras. Esse fato é importante, pois mostra a resposta da produção agrícola diante do aumento da população e representa bom indicador no contexto da preocupação com a segurança alimentar. Este ponto torna-se mais visível ao se observar que a produção de alimentos básicos também se elevou nos últimos anos. Adicionalmente, as culturas alimentares como arroz, feijão e trigo tiveram elevados aumentos de produtividade⁵ (Tabela 5). Essas lavouras obtiveram, nos anos recentes, ganhos de produtividade superiores aos obtidos na média do grupo de cereais, leguminosas e oleaginosas.

Taxas de crescimento da área, da produção e da produtividade

As taxas de crescimento da área, da produção e da produtividade foram estimadas para os períodos de 1975 a 2007 e de 2000 a 2007. O crescimento da produção verificado no período de 2000 a 2007 é resultado muito mais do crescimento do rendimento que da área cultivada, que aumentou somente para a soja, o feijão e o trigo. O arroz mostrou decréscimo da área colhida.

⁵ Muitas vezes, o aumento da produção e da produtividade não vem acompanhado de aspectos de qualidade que atendam a cada segmento da cadeia produtiva.

Tabela 5. Taxa anual de crescimento, em porcentagem, da área, produção e produtividade de grãos (arroz, milho, feijão, soja e trigo) no Brasil no período de 1975 a 2007.

Taxa anual de crescimento da área colhida (%)						
	Arroz	Milho	Feijão	Soja	Trigo	Todas ⁽¹⁾
1975–2007	-2,37	0,25	-0,62	3,49	-2,14	0,65
1980–1989	-0,97	1,72	1,35	3,35	5,08	1,87
1990–1999	-3,25	-0,95	-3,04	2,66	-6,15	-0,56
2000–2007	-1,10	0,48	0,51	7,65	3,50	5,92
Taxa anual de crescimento da produção (%)						
	Arroz	Milho	Feijão	Soja	Trigo	Todas ⁽¹⁾
1975–2007	1,00	3,25	1,48	5,44	0,90	3,62
1980–1989	2,98	2,98	1,13	4,16	14,76	5,16
1990–1999	0,82	3,54	0,28	6,80	-2,09	3,29
2000–2007	1,81	2,65	4,14	7,07	5,24	5,68
Taxa anual de crescimento da produtividade (%)						
	Arroz	Milho	Feijão	Soja	Trigo	Todas ⁽¹⁾
1975–2007	3,45	2,99	2,11	1,88	3,11	2,95
1980–1989	3,99	1,24	-0,22	0,79	9,21	3,23
1990–1999	4,20	4,53	3,43	4,04	4,32	3,87
2000–2007	2,94	2,16	3,61	-0,53	1,68	-0,23

⁽¹⁾ Todas as lavouras temporárias, até 2005.

Fonte: Conab (2007).

Todas as lavouras apresentadas na Tabela 5 mostram aumento na produção a taxas superiores à da população, a qual teve incremento de 1,6 %. No caso da soja, o crescimento verificado foi decorrência das exportações e da produção de proteína animal. Já o do milho foi muito influenciado pelo avanço dos bovinos, frangos e suínos.

O efeito do programa de estabilização, mantendo o câmbio sobrevalorizado, é proeminente no período de 1990 a 1999, levando à redução substancial da área colhida. A redução média anual de área de todas as lavouras foi de -0,56 % (Tabela 5), que ocorreu em terras de pior qualidade e foi feita pelos agricultores menos capazes. E, seguramente, ao lado das inovações tecnológicas, ela contribuiu para o incremento dos rendimentos. Todavia, em

período recente (2000–2007), a área colhida expandiu-se à taxa de 5,92 % ao ano, com destaque para a soja (7,65 %). Para todo o período (1975–2007), a expansão anual da área colhida foi de apenas 0,65 %, para todas as culturas, com destaque, novamente, para a soja (3,49%). O arroz, com -2,37 %, e o feijão, com -0,62 %, mostraram redução da área.

A taxa da quantidade produzida cresceu 3,62 % ao ano, consideradas todas as culturas, com exceção apenas para o trigo entre 1990 e 1999 (-2,09 %). Por outro lado, essa cultura crescera 14,76 % entre 1980 e 1989, denotando variações muito acentuadas entre um período e outro, por causa das mudanças na política agrícola para o produto. Em todos os períodos, o carro-chefe foi a soja, com variações de 5,44 % ao ano para o período todo, e de 7,07 % no período mais recente. O milho, em segundo lugar, mostra taxa de crescimento de 3,25 % ao ano (2000–2007).

Com o câmbio flutuante a partir de janeiro de 1999, as importações de produtos agrícolas perderam capacidade de substituir a produção nacional. Ao mesmo tempo, a estagnação ou redução das áreas das lavouras, principalmente nos últimos anos, é conseqüência da enorme redução dos preços dos produtos agrícolas. Permaneceram em cultivo as áreas mais aptas à modernização da agricultura.

A evolução da produtividade da terra mede, em grande parte, a incorporação de tecnologia, particularmente a biológica, ao processo produtivo. A produtividade de todas as culturas temporárias (até 2005) aumentou, aproximadamente, 3 % ao ano, com evolução positiva para todas as culturas, destacando-se o arroz (3,45 %), o trigo (3,11 %) e o milho (2,99 %). A produtividade da soja evoluiu à taxa de 1,88 % ao ano, indicando que a cultura já iniciou moderna no Brasil, com adaptação de tecnologia trazida do exterior. Em anos recentes (2000–2007), essa cultura mostrou crescimento de produtividade negativa (-0,53 %), o que pode ser explicado pelas fortes secas ocorridas nas safras 2004/2005 e 2005/2006, principalmente no Sul do País.

Em resumo, os dados comprovam aumento substancial da eficiência produtiva para todas as culturas e em todos os períodos considerados, com taxas de crescimento superiores aos da população brasileira. Os produtores rurais têm agregado tecnologia ao processo produtivo. Esse crescimento deu origem ao enorme excedente encaminhado ao mercado internacional, que foi fundamental para equacionar o problema das contas externas.

Em alguns períodos, importações de arroz, por causa do câmbio sobrevalorizado, e também de feijão, contribuíram para desarranjar a produção nacional. Com o câmbio livre, esse efeito desapareceu e a produção voltou a crescer, em razão do acréscimo dos rendimentos. É possível que a proteína

animal esteja, em parte, substituindo o consumo de arroz e de feijão. Essa substituição é estimulada pelas dificuldades de preparo desses dois produtos pela dona de casa que, ao lado do marido, batalha pela sobrevivência em empregos fora do lar.

Evolução da produção e da produtividade da pecuária

Evolução da produção

Uma revolução processa-se na produção de carnes no Brasil. Considerando-se as três principais carnes (bovina, suína e de aves), a produção passou de 2.659 mil toneladas em 1975 para 17.844 mil toneladas em 2007, um aumento de quase sete vezes (Fig. 7). A produção de carne avícola cresceu de 373 mil toneladas para 8.342 mil toneladas (22 vezes); a de suínos, de 496 mil toneladas para 2.368 mil toneladas (cinco vezes); e a de bovinos, de 1.791 mil para 7.134 toneladas (quatro vezes) (Fig. 8). O crescimento da produção é positivo em todo o período analisado e para todas as carnes, a exceção da bovina, no período de 1997 a 2000. O período de maior dinamismo ocorre entre 2000 e 2007 (estimativa para esse ano), com crescimento de 72 %, somadas todas as carnes, com 64 % para a de frango e 83 % para a bovina.

Esses dados comprovam as vantagens competitivas da carne brasileira, pela disponibilidade de matéria-prima barata, como pastos para o gado e milho e soja para a alimentação de suínos e aves. Além das vantagens naturais, a melhoria das condições macroeconômicas do País, como o controle da inflação

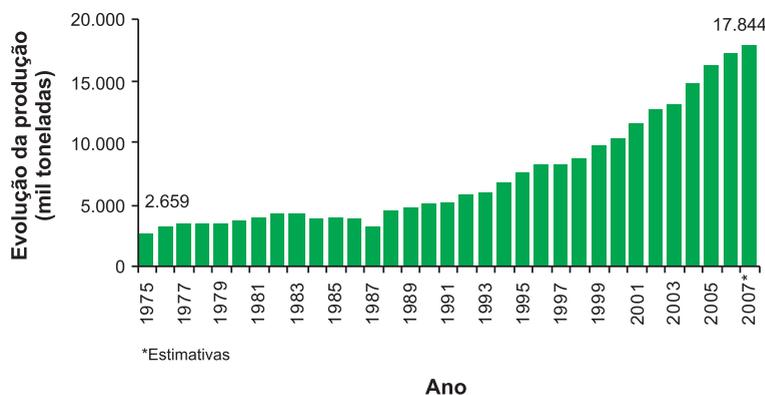


Fig. 7. Evolução na produção total, em toneladas, de carcaças de bovinos, suínos e aves no Brasil entre 1975 e 2007.

Fonte: IBGE (2007) e Conab (2007).

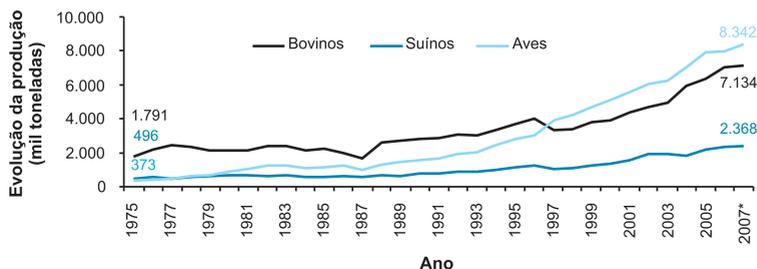


Fig. 8. Evolução na produção, em toneladas, de carcaças de bovinos, suínos e aves no Brasil entre 1975 e 2007.

* Estimativa

Fonte: IBGE (2007) e Conab (2007).

(1994) e a correção da defasagem cambial (1999), contribuiu para o crescimento sustentado da produção de carnes. A melhoria da renda interna no País e a forte demanda internacional criam mercado para o aumento da produção. No caso da exportação, é uma forma de agregar valor aos produtos primários, como a soja e o milho.

Ainda sobre produção animal, é importante ressaltar o leite de vaca. Não obstante as importações com subsídios na origem, os desarranjos da política nacional para o produto e o efeito deletério das taxas de câmbio, a produção vem crescendo a taxas maiores que a da população. A produção de 7,9 bilhões de litros em 1975 cresceu para 11,2 bilhões em 1980, para 14,5 bilhões em 1990, 19,8 bilhões em 2000 e 24,6 bilhões de litros em 2005.

A taxa de crescimento anual da produção de leite, em todo o período, foi de 3,43 %, crescimento bem superior à taxa da população, indicando que o leite tem alta elasticidade-renda. Estimativas obtidas por Hoffmann (2007) indicam elasticidade-renda das despesas de 0,64 para o leite de vaca e de 0,78 para o leite condensado. A reação positiva da produção tem se acentuado com a liberação dos preços e com a taxa de câmbio flutuante. A produção de leite no Brasil está se modernizando, com aumento da eficiência produtiva. Criam-se novas oportunidades com exportações recentes de leite em pó.

Taxas de crescimento das carnes

Na Tabela 6, são apresentadas taxas geométricas de crescimento da produção de carnes bovina, suína e de aves. Para o período de 1979 a 2006, todas as carnes tiveram sua produção aumentada: 8,48 % ao ano para aves, 5,72 % para a bovina e de 4,56 % para a suína. Constata-se crescimento uniforme para as carnes de aves e bovina nas três décadas consideradas. Já para a carne suína, o crescimento ficou abaixo de 1 % ao ano em duas décadas (1980–1989 e 2000–2006), um crescimento abaixo do da população brasileira.

Tabela 6. Taxas de crescimento, em porcentagem, da produção de carne no Brasil no período entre 1979 e 2006.

Carne	1979–2006	1980–1989	1990–1999	2000–2006
Bovina	5,72	8,51	4,50	7,72
Suína	4,56	0,18	5,63	0,92
Aves	8,48	4,72	9,58	7,49

Fonte: Conab (2007).

Evolução da produção e da produtividade de frutas e de hortaliças

Evolução da produção

A evolução da produção de frutas e hortaliças, nas últimas décadas, pode ser vista na Tabela 7. Como os produtos encontram-se em unidades diferentes, não é possível a comparação entre eles. Para todos os produtos apresentados, houve aumentos de produção no período considerado. Os aumentos mais acentuados ao longo do período ocorreram na produção do limão [*Citrus limon* (L.) Burm. f.] e da maçã (*Malus domestica* Borkhausen). Especialmente neste produto, houve acentuada melhoria tecnológica ao longo do tempo, permitindo que o País se tornasse importante produtor de maçãs.

Taxas de crescimento das frutas e das hortaliças

Na Tabela 8, apresentam-se taxas anuais de crescimento da produção e produtividade de algumas das principais frutas e hortaliças para o período de 1975 a 2005. Os destaques na produção decorrem, essencialmente, da cultura da maçã, com crescimento de 12,5 % ao ano em todo o período, por haver sido introduzida como cultura comercial no período em pauta. Entre 1980 e 1989, o crescimento verificado foi superior a 20 % ao ano. Outros produtos com crescimento elevado foram o limão (5,51 %), a laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.] (4,19 %) e o tomate (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.) (3,84 %).

Tabela 7. Evolução da produção de hortaliças no Brasil no período entre 1975 e 2005.

Ano	Banana (milhões cachos)	Batata- inglesa (mil t)	Cebola (mil t)	Laranja (milhões frutos)	Limão (milhões frutos)	Maçã (milhões frutos)	Mamão (milhões frutos)	Mandioca (mil t)	Tomate (mil t)	Uva (mil t)
1975	364	1.655	346	31.566	2.075	171	81	26.118	1.050	581
1976	382	1.898	431	35.841	2.118	212	104	25.443	1.167	628
1977	428	1.896	488	35.823	2.378	231	137	25.929	1.298	660
1978	416	2.014	488	39.132	2.464	259	183	25.459	1.465	667
1979	409	2.154	691	42.226	2.783	345	237	24.962	1.501	704
1980	448	1.940	695	54.459	2.802	415	285	23.466	1.535	446
1981	447	1.912	778	56.967	2.843	548	296	24.516	1.452	663
1982	455	2.155	671	57.991	3.235	955	290	24.072	1.742	689
1983	438	1.827	725	58.569	3.852	768	321	21.848	1.551	577
1984	471	2.171	717	64.723	4.028	1.279	649	21.466	1.818	603
1985	482	1.947	640	71.072	4.274	1.443	705	23.125	1.935	712
1986	505	1.836	639	66.872	4.782	1.779	1.054	25.621	1.846	595
1987	513	2.331	854	73.569	5.631	1.668	758	23.464	2.049	566
1988	512	2.315	780	75.565	6.318	2.197	1.084	21.674	2.407	772
1989	550	2.132	797	89.016	6.112	2.387	660	23.668	2.177	717
1990	551	2.234	869	87.603	6.231	2.718	643	24.322	2.261	805
1991	554	2.267	888	94.682	6.229	2.635	757	24.538	2.344	648
1992	562	2.432	896	98.411	7.091	2.999	855	21.919	2.141	800

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Ano	Banana (milhões cachos)	Batata-inglesa (mil t)	Cebola (mil t)	Laranja (milhões frutos)	Limão (milhões frutos)	Maçã (milhões frutos)	Mamão (milhões frutos)	Mandioca (mil t)	Tomate (mil t)	Uva (mil t)
1993	558	2.368	929	93.986	7.220	3.494	1.081	21.856	2.348	787
1994	573	2.488	1.020	87.230	7.020	3.500	1.181	24.464	2.689	808
1995	558	2.692	941	99.186	6.495	3.432	1.224	25.423	2.715	837
1996	496	2.413	907	105.395	6.700	3.504	1.098	17.743	2.649	685
1997	541	2.670	881	115.234	7.265	3.968	1.531	19.896	2.718	891
1998	532	2.784	838	104.253	7.408	3.957	1.621	19.503	2.784	774
1999	548	2.905	989	114.467	7.875	4.689	1.650	20.864	3.305	932
2000	566	2.607	1.156	106.651	8.251	5.766	1.694	23.041	3.005	1.024
2001	606	2.849	1.050	106.146	9.648	4.776	1.862	22.580	3.103	1.059
2002	656	3.126	1.222	115.816	9.846	5.719	1.997	23.148	3.653	1.149
2003	667	3.089	1.230	105.735	9.813	5.615	2.143	21.961	3.709	1.067
2004	645	3.047	1.158	114.461	9.856	6.538	2.015	23.927	3.516	1.291
2005	657	3.130	1.138	111.584	10.305	5.673	1.967	25.872	3.453	1.233

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Tabela 8. Taxas de crescimento, em porcentagem, da produção e da produtividade de frutas e hortaliças selecionadas, entre 1975 e 2005.

Taxa de crescimento da produção (%)				
	1975–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2005
Banana	1,65	2,36	-0,54	2,76
Batata-inglesa	1,87	1,52	2,71	3,21
Cebola	3,09	1,20	0,32	0,62
Laranja	4,19	5,02	2,67	1,04
Limão	5,51	10,24	1,92	3,41
Maçã	12,52	20,59	5,70	2,44
Tomate	3,84	5,02	3,82	3,15
Uva	2,36	2,83	1,66	4,22

Taxa de crescimento da produtividade (%)				
	1975–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2005
Banana	-0,03	-0,43	-1,11	4,04
Batata-inglesa	2,69	2,51	1,61	5,02
Cebola	2,8	0,59	1,95	3,32
Laranja	1,52	0,25	1,55	1,91
Limão	2,03	3,21	0,55	3,52
Maçã	6,43	10,64	3,93	-0,53
Tomate	2,96	2,18	1,98	1,75
Uva	1,9	2,5	1,76	0,09

Fonte: IBGE (2006).

Quanto à taxa de produtividade, o destaque continua para a cultura da maçã, com 6,43 % ao ano no período todo, mas com leve queda entre 2000 a 2005. A taxa de crescimento da produtividade da banana (*Musa spp.*), entre 1975 e 2005, esteve estagnada, com valores negativos nas duas primeiras décadas, mas evoluindo +4,04 % entre 2000 e 2005. Provavelmente, a melhor performance da banana deve-se à sua inserção no mercado internacional e a sistemas de produção irrigados. Em período recente (2000 a 2005), a batata-inglesa (*Solanum tuberosum L.*) e a cebola (*Allium cepa L.*) também tiveram taxas positivas elevadas.

O boom recente da agroenergia

A expansão da agroenergia no Brasil nos últimos anos é um dos pontos mais relevantes da dinâmica do agronegócio nacional. A produção de álcool total (anidro e hidratado) passou de 14,43 milhões de metros cúbicos na safra 1996/1997, para 17,89 milhões em 2006/2007 (Tabela 9). A produção de açúcar aumentou 124,65 % nesse período, passando de 13,63 milhões de toneladas para 30,62 milhões. A produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) também expandiu entre 1997 e 2007, passando de 289,52 milhões de toneladas para 427,22 milhões (Fig. 9).

O crescimento da demanda por álcool carburante, notadamente no mercado interno, e a elevação dos preços do açúcar, no mercado internacional, são os principais fatores que explicam essa expansão. Mas, as políticas governamentais também têm seu papel. O governo dispõe de outros dois instrumentos de intervenção no mercado de álcool combustível. O primeiro é a fixação dos níveis de mistura do álcool anidro à gasolina. A mistura pode variar entre 20 % e 25 %, conforme a disponibilidade do produto. O segundo,

Tabela 9. Evolução da produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool no Brasil no período entre 1996 e 2007.

Ano Agrícola	Álcool anidro (m ³)	Álcool hidratado (m ³)	Álcool total (m ³)	Açúcar (t)	Cana-de-açúcar (t)
1996/1997	4.629.340	9.801.109	14.430.449	13.631.888	289.520.522
1997/1998	5.699.719	9.722.534	15.422.253	14.847.044	302.198.516
1998/1999	5.679.998	8.246.821	13.926.819	17.960.587	315.640.797
1999/2000	6.140.769	6.936.996	13.077.765	19.380.197	310.122.784
2000/2001	5.584.730	4.932.805	10.517.535	16.020.340	254.921.721
2001/2002	6.479.187	4.988.608	11.467.795	18.994.363	292.329.141
2002/2003	7.009.063	5.476.363	12.485.426	22.381.336	316.121.750
2003/2004	8.767.898	5.872.025	14.639.923	24.944.434	357.110.883
2004/2005	8.172.488	7.035.421	15.207.909	26.632.074	381.447.102
2005/2006	7.662.622	8.144.308	15.806.930	26.214.391	382.482.002
2006/2007	8.081.661	9.805.255	17.886.916	30.624.898	427.225.737

Fonte: SPA/CDA/Mapa (2007).

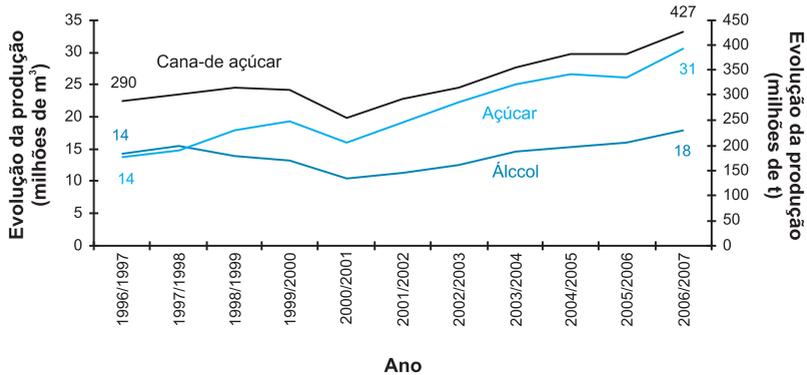


Fig. 9. Evolução da produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool no Brasil, 1996 a 2007.

Fonte: SPA/CDA/Mapa (2007).

de natureza mais estrutural, diz respeito à carga tributária sobre os veículos automotores, onde são fixadas alíquotas menores do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para os veículos movidos a álcool, exceto para aqueles de até mil cilindradas.

Outro aspecto institucional relevante para o setor é o Programa Nacional de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), cujo objetivo é diversificação da matriz energética a partir do aumento da participação das fontes renováveis de energia. Por meio desse Programa, é incentivada a co-geração de energia a partir de resíduos de biomassa, nas pequenas centrais hidrelétricas e, também, a energia eólica.

A indústria sucroalcooleira vive momentos de otimismo, decorrentes da conjunção de fatores favoráveis. Ao tempo em que a economia nacional inicia processo de recuperação, que se reflete no aumento do consumo de açúcar e combustíveis, incluindo o álcool, o mercado externo também está cada vez mais atraente e promissor.

Como, a partir de 2002, os consumidores voltaram a demonstrar interesse pelo carro a álcool, com o lançamento dos veículos *flex* e com a elevação dos preços internacionais do petróleo, o álcool hidratado voltou a ser um grande negócio, especialmente nas cidades próximas das regiões produtoras. Com apenas dois anos de existência, a tecnologia *flex* já representava 50 % das vendas de veículos novos em 2005, chegando a mais de 80 % no primeiro semestre de 2007.

Estima-se que, nos próximos anos, ingressem no mercado, anualmente, pelo menos um milhão de veículos, demandando 1,5 bilhão de litros de álcool hidratado no consumo anual, e que esses veículos devem consumir, em média, 2 mil litros por ano. Entretanto, deve ser descontada a redução de 500 mil litros por ano, que deverá deixar de ser consumida pela antiga frota de veículos a álcool, em fase de sucateamento.

Produtividade total dos fatores⁶

A produtividade na agricultura brasileira tem crescido, nos últimos 30 anos, à taxa média anual de 2,51 %, a qual corresponde ao crescimento da produtividade total dos fatores. Essa medida é obtida por meio de todos os produtos das lavouras (61 produtos), os seis produtos de origem animal, os três tipos de carnes e, também, pelo cômputo dos insumos usados – terras de lavouras e de pastagens, mão-de-obra, máquinas agrícolas e defensivos e fertilizantes.

Tem sido grande o aumento da produtividade da mão-de-obra, em razão da melhoria de qualificação e, também, pelo aumento da quantidade de máquinas agrícolas automotrizes nos trabalhos da agropecuária. Em grau um pouco menor, cresceu, também, a produtividade da terra no Brasil. Esse aumento resultou na incorporação de novas tecnologias derivadas dos trabalhos de pesquisa e da incorporação de áreas novas.

Nos anos mais recentes, 2000 a 2005, o produto agropecuário cresceu à taxa média anual de 5,99 %. Em todos os períodos considerados, a taxa de crescimento do produto superou 3 % ao ano (Tabela 10).

Entre as fontes de crescimento da agricultura brasileira no período 1975 a 2005, 71,7 % devem-se ao aumento da produtividade total dos fatores (PTF). Porém, quando se toma os anos mais recentes, 2000 a 2005, a PTF⁷ contribuiu

Tabela 10. Taxa anual de crescimento da agricultura brasileira, em percentagem, de acordo com a fonte de crescimento do produto no período entre 1975 e 2005.

Período	1975– 2005	1980– 1989	1990– 1999	2000– 2005
Crescimento do produto	3,50	3,38	3,01	5,99
Fontes de crescimento do produto				
Insumos	0,96	1,49	0,35	2,03
Produtividade do trabalho	3,56	3,20	3,11	5,81
Produtividade do capital	2,38	1,28	3,14	4,67
Produtividade da terra	2,59	2,64	2,06	3,26
PTF⁽¹⁾	2,51	1,86	2,65	3,87

⁽¹⁾ Produtividade Total dos Fatores.

Fonte: Gasques, Bastos e Bacchi, 2007.

⁶ A produtividade capta a relação entre produtos e insumos na produção. A Produtividade Total dos Fatores (PTF) é uma relação de todos os produtos, expressos sob a forma de um índice e o total de insumos, também, expressos por um índice.

com 64,6 % do crescimento do produto, enquanto o aumento do uso de insumos, especialmente terra e capital, foram responsáveis por 34,0 % do aumento do produto agropecuário.

Têm sido elevadas as taxas de crescimento da produtividade da mão-de-obra (medida pela quantidade de produto que um trabalhador é capaz de produzir), da terra e de todos os fatores de produção. Os dados são do período de 1975 a 2005. A taxa de crescimento da produtividade do trabalho resultou igual a 3,6 %; a da terra, a 2,6 %; e a do capital, a 2,4 %. O índice de produtividade de todos os fatores de produção, input/output, correspondeu a 3,3 %. No mesmo período, o produto cresceu a uma taxa de 3,5 %, o que implica uma taxa 0,96 % de crescimento dos insumos (GASQUES et al., 2007).

Comparando as décadas de 1980, 1990 e os anos de 2000 a 2005, verifica-se que a produtividade total tem sido crescente:

Anos		Produtividade (PTF)
1980 – 1989	→	1,86 % ao ano
1990 – 1999	→	2,65 % ao ano
2000 – 2005	→	3,87 % ao ano

Um conjunto de fatores foi responsável por esses aumentos de produtividade: tecnologia, investimentos em pesquisa e melhoria do capital humano.

Nos anos recentes (2000 a 2005), dois fatores mais contribuíram para o crescimento da agricultura e para a elevação das taxas de crescimento da produtividade: a) a diversificação da agropecuária, com aumento expressivo do valor das lavouras temporárias, da produção animal (leite, ovos, casulo, etc.) e da pecuária (carne bovina, suína e de aves); e b) a expansão do volume de crédito rural do sistema nacional de crédito rural e do crédito privado proveniente da indústria. No caso do crédito concedido pelo sistema nacional de crédito rural a produtores e cooperativas, para custeio, comercialização e investimentos, o volume passou de R\$ 14,7 bilhões em 2000, para R\$ 43,42 bilhões em 2006.

A comparação dos ganhos de produtividade da agricultura brasileira em relação a outras evidências empíricas ilustra adicionalmente os resultados obtidos neste trabalho, como pode ser observado na Tabela 11.

Exportações agrícolas e do agronegócio

As exportações brasileiras tiveram acentuadas alterações nos últimos 27 anos. Mas coube aos produtos do agronegócio a geração de superávits comerciais,

Tabela 11. Ganhos anuais de produtividade (GAP) da agricultura no Brasil e nos Estados Unidos da América.

Região/Período	Período	GAP (%)
São Paulo ⁽¹⁾	1995–2002	2,48
Estados Unidos da América ⁽²⁾	1999–2002	1,38
Brasil ⁽³⁾	1975–2005	2,51
Brasil ⁽³⁾	2000–2005	3,87

(1) Vicente (2003).

(2) Ball (2006).

(3) Gasques et al. (2007).

contribuindo para o equilíbrio das contas externas do País. A partir de 1995, enquanto os demais setores da economia acumularam déficits comerciais de até US\$ 20 bilhões, o agronegócio continuou apresentando superávits. De abril de 2006 a março de 2007, o superávit do agronegócio atingiu US\$ 44,2 bilhões, representando 97 % do saldo comercial brasileiro (Fig. 10). As mais visíveis foram as ocorridas no ranking de produtos e na abrangência dos países de destino. Com relação ao ranking de produtos, a principal alteração foi a posição que as carnes passou a ocupar. Em 1997, as carnes, bovina, suína e de frango representavam 6,8% do valor das exportações do agronegócio brasileiro. Já em 2006, o valor das exportações de carnes (US\$ 8,35 bilhões) correspondeu a 16,9 % do valor exportado pelo agronegócio brasileiro. Outra mudança ocorrida no comércio internacional de produtos do agronegócio foi a abertura

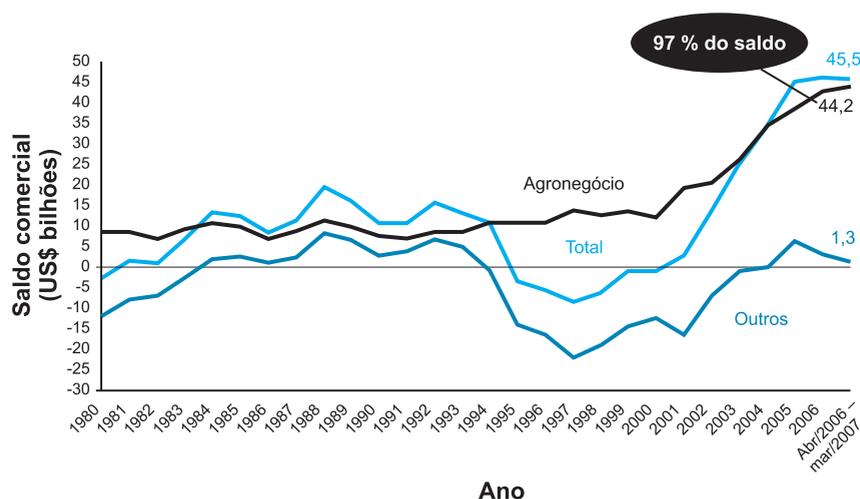


Fig. 10. Saldo comercial do agronegócio brasileiro no período entre 1980 e 2007.

Fonte: Mapa (2008).

de novos mercados e a redução de exportações a países tradicionalmente parceiros do Brasil. Houve, nos últimos 10 anos, ampliação do comércio para a China, países do Oriente Médio e africanos; e redução relativa das exportações para o Japão, a Alemanha e os Estados Unidos da América.

No período de 2000 a 2007, a produção e as exportações de carnes de bovinos, suínos e aves cresceram a taxas elevadas. Esses setores tiveram desempenho melhor que as lavouras, à exceção da soja e do milho, que são diretamente influenciados pela pecuária. Não obstante o crescimento das exportações, o consumo per capita, medido pelo consumo aparente, cresceu a taxas anuais elevadas, destacando-se o de aves.

O crescimento das exportações, ao lado do consumo per capita, demonstra quão relevante foi a pecuária para o bem-estar dos brasileiros. Na Tabela 12, que apresenta as taxas de crescimento das exportações para vários períodos, observa-se que houve pequeno arrefecimento das exportações de carnes bovina e de frango na década de 1980. Porém, nos demais períodos, as exportações desses dois tipos de carnes são elevadas. Mas para a carne suína, as exportações cresceram aceleradamente em todos os períodos considerados.

Tabela 12. Taxas de crescimento, em porcentagem, das exportações de carnes do Brasil no período entre 1979 e 2006.

Carne	1979–2006	1980–1989	1990–1999	2000–2006
Bovina	6,89	- 0,91	13,59	22,97
Suína	25,68	28,62	23,91	22,90
Aves	10,69	0,51	10,71	20,50

Fonte: Dados brutos Conab.

Outra medida de desempenho do agronegócio nacional é o grau de abertura, expresso pela relação percentual entre o valor das exportações do agronegócio sobre o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio. Como se observa na Tabela 13, em 1994, esse grau de abertura era de 2,67 %, indicando que o agronegócio exportava, em termos de valor, um percentual pequeno de seu PIB. Naquele ano, o grau de abertura da economia era de 8,02 %. Em 2006, o grau de abertura do agronegócio foi de 20,01 %, enquanto o da economia, ou grau de abertura total (relação entre as exportações e o PIB nacional), foi de 16,63 %. Essa mudança do agronegócio foi fundamental para a ampliação do setor e para sua modernização.

Tabela 13. Grau de abertura da economia e do agronegócio brasileiro no período entre 1989 e 2006.

Ano	Exportações totais (US\$ milhões)	PIB total a preços correntes (US\$ milhões)	Exportações do agronegócio (US\$ milhões)	Grau de abertura total ⁽¹⁾ (%)	Grau de abertura do agronegócio ⁽²⁾ (%)	PIB do agronegócio (US\$ milhões)
1989	34.383	415.916	13.921	8,27	-	-
1990	31.414	469.318	12.990	6,69	-	-
1991	31.260	405.679	12.403	7,71	-	-
1992	38.505	387.295	14.455	9,94	-	-
1993	38.555	429.685	15.940	8,97	-	-
1994	43.545	543.087	19.105	8,02	2,67	716.676,93
1995	46.506	705.449	20.871	6,59	4,06	513.878,02
1996	47.747	775.475	21.145	6,16	4,58	461.573,35
1997	52.994	807.814	23.404	6,56	5,49	426.548,20
1998	51.140	787.889	21.575	6,49	5,41	398.512,63
1999	48.011	536.554	20.514	8,95	7,90	259.543,34
2000	55.086	602.207	20.610	9,15	8,00	257.601,41
2001	58.223	509.797	23.863	11,42	11,69	204.090,17
2002	60.362	459.379	24.839	13,14	13,90	178.679,91
2003	73.084	506.784	30.639	14,42	16,96	180.639,73
2004	96.475	604.876	39.016	15,95	19,96	195.510,04
2005	118.308	796.284	43.601	14,86	19,75	220.775,00
2006	137.471	826.543	49.428	16,63	20,01	247.052,00

¹O grau de abertura da economia, ou total, é a relação entre as exportações e PIB.

²O grau de abertura do agronegócio é a relação entre as exportações do agronegócio e o PIB do agronegócio.

Fonte: Mapa e Banco Central. Elaboração Assessoria de Gestão Estratégica – AGE/Mapa.

Considerações finais

A política de industrialização teve papel fundamental na modernização da agricultura, criando demanda por alimentos e outras matérias-primas nas cidades. O custo do trabalho no campo cresceu com a migração rural-urbana, obrigando os agricultores a intensificarem a produção e mecanizarem as lavouras. Mais recentemente, a melhoria nos fundamentos macroeconômicos, como o controle da inflação e a liberalização do câmbio, impulsionou crescimento acentuado da produção do setor.

No campo da política agrícola, destacam-se três instrumentos na modernização da agricultura: a) crédito subsidiado, para a compra de insumos modernos e financiamento de capital; b) investimentos em ciência e tecnologia com a Embrapa e os cursos de pós-graduação; c) a extensão rural pública e, mais recentemente, a extensão rural privada. Acrescentem-se às políticas governamentais outros fatores que contribuíram para o aumento da eficiência da agricultura: a abundante disponibilidade de fatores de produção, como terras mecanizáveis, insumos modernos e gente empreendedora.

Do ponto de vista empírico, a análise dos dados da evolução dos cinco principais grãos (arroz, milho, feijão, soja e trigo) mostra que, no período de 1975 a 2007, a área cultivada aumentou a taxa de apenas 0,65 % ao ano, enquanto a produção, a taxa de 3,62 % e a produtividade, a taxa de 2,95 %. A cultura da soja é o carro-chefe, com expansão da área em 3,49 % ao ano, 5,44 % ao ano de aumento na produção e 1,88 % ao ano de aumento na produtividade.

A produção de carnes mostrou crescimento extraordinário nas últimas três décadas. De 1979 a 2006, a produção de carne bovina aumentou a taxa de 5,72 % ao ano, a suína, a taxa de 4,56 % e a de aves, a taxa de 8,48 %. Em período mais recente (2000 a 2006), as carnes bovina e de aves tiveram crescimento superior a 7 % ao ano, enquanto a de suínos foi inferior a 1 %. Essa dinâmica está relacionada à evolução das exportações.

A tradicional cultura da cana-de-açúcar tem demonstrado competitividade ímpar para a produção de açúcar e de álcool carburante. Para o açúcar, no campo externo, a liberalização progressiva do comércio internacional, com a diminuição dos subsídios à produção de açúcar de beterraba (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) na União Européia, e o sucesso do lançamento dos carros *flex fuels* no mercado interno, impulsionaram a produção tanto do açúcar como do álcool carburante. Em anos recentes, a produção de cana-de-açúcar cresceu ao redor de 10 % ao ano.

Adicionalmente à taxa de crescimento das culturas e das carnes, apresentam-se, no presente trabalho, estimativas da evolução da produtividade total dos

fatores, como medida global do aumento da eficiência da agricultura. Para o período de 1975 a 2005, a taxa de crescimento do produto foi de 3,50 % e a dos insumos de 0,96 % ao ano e, em período mais recente (2000–2005), de 5,99 % para o produto e 2,03 % para os insumos. Para todo o período, a produtividade total dos fatores atingiu 2,51 % ao ano e no período mais recente 3,87 % ao ano. As exportações brasileiras tiveram acentuadas alterações nos últimos 11 anos. As mais visíveis foram as ocorridas no ranking de produtos e na abrangência de países de destino. Outro aspecto importante ocorrido no mercado internacional foi o aumento do grau de abertura do agronegócio. A relação entre exportações do agronegócio e valor do seu PIB passou de 2,67 % em 1994 para 20,01 % em 2006.

Finalmente, é notável o benefício que o crescimento da agricultura trouxe para o País, aumentando a disponibilidade de alimentos, especialmente de proteína animal, contribuindo decisivamente para as exportações e, mais recentemente, para a energia renovável.

Referências

- ALVES, E.; TEIXEIRA FILHO, A.; TOLLINI, H. Demographic aspects of agricultural development: Brazil, 1950-74. In: YEGANIANITZ, L. (Ed.). **Brazilian agriculture and agricultural research**. Brasília: Embrapa, 1984. p. 9-60.
- ALVES, E.; LOPES, M.; CONTINI, E. O empobrecimento da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, p. 5-19. jul./set. 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Disponível em: <www.anda.com.br>. Acesso em: 8 dez. 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Disponível em: <www.anfavea.com.br>. Acesso em: 8 dez. 2007.
- BALL, E. **Agricultura productivity in the United States**: data documentation and methods. Disponível em: <www.ers.usda.gov>. Acesso em: 28 jan. 2008.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário do crédito rural**. Disponível em: <www.bcb.gov.br>. Acesso em: 8 nov. 2007.
- BARROS, A. C. M. **Capital, produtividade e crescimento da agricultura** o Brasil de 1970 e 1995. Piracicaba, jan. 1999. 149 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 8 dez. 2007.
- COELHO, C. N. 70 anos de política agrícola no Brasil (1931-2001). **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 3-58, jul./set., 2001.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra**. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 1 set. 2007.
- DIAS, G. L.; AMARAL, C. M. Mudanças Estruturais na Agricultura Brasileira, 1980-1998. In: BAUMANN, R. (Org.). **Brasil: uma década em transição**. Rio de Janeiro: Cepal/Campus, 2000.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. **Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira**. Brasília, mar. 2007. Mimeografado.

GUIMARÃES, E. **Os desafios da política agrícola**. Trabalho apresentado no Seminário Perspectivas para o Agribusiness em 2007 e 2008. São Paulo, 24 de abril de 2007.

HOFFMANN, R. Elasticidades-renda das despesas e do consumo de alimentos no Brasil em 2002-2003.. In: SILVEIRA, F. G.; SERVO, L. M.; MENEZES, T.; PIOLA, S. F. (Org.). **Gasto e consumo das famílias brasileiras contemporâneas** Brasília: Ipea, 2007, 551 p. v. 2.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**.Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 8 dez. 2007.

IBGE. **Estatísticas históricas do Brasil**: séries econômicas, demográficas e sociais de 1550 a 1985. Rio de Janeiro, 1987.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Análise das políticas agrícolas no Brasil**. São Paulo, 2005. 224 p.

SPA/DCA/APA. **Balanco nacional da cana-de-açúcar e agroenergia 2007** Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 11 dez. 2007.

VICENTE, J. R. **Produção, produtividade e relações de troca da agricultura paulista, 2003** (mimeo).

Parte 2

Grãos

Foto: Valter Peters



Capítulo 1

Arroz de terras altas: uma inovação que adequou o produto tropical às expectativas do mercado

Beatriz da Silveira Pinheiro
Carlos Magri Ferreira
Orlando Peixoto de Moraes
Emílio da Maia de Castro

O Brasil é um dos poucos países do mundo onde os dois ecossistemas, várzeas¹ e terras altas², desempenham papel importante e complementar no atendimento da demanda interna de arroz (*Oryza sativa* L.). As várzeas sob cultivo localizam-se, predominantemente, na região subtropical e as terras altas na região tropical.

A evolução histórica do arroz nos dois ecossistemas, tomando como elemento central a alternância da qualidade do produto do ponto de vista do consumidor, foi realizada por Ferreira et al. (2005). Esses autores demonstraram que o arroz produzido em terras altas desempenhou papel preponderante na oferta interna do produto até a década de 1970, quando representava cerca de 80 % da produção nacional (Fig. 1) e seu produto, o amarelão de sequeiro, era considerado como o padrão nacional de qualidade. Por sua vez, o produto proveniente do sistema de cultivo irrigado nas várzeas subtropicais, predominantemente localizadas no Rio Grande do Sul, desempenhava papel secundário no abastecimento nacional. Ainda naquela década teve início um programa para valorização do produto gaúcho, começando pela substituição das cultivares locais por cultivares americanas de alta qualidade de grãos. A estratégia de conquista de mercado ganhou corpo na década de 1980, com a

¹ Área e produção, em 2005, em várzeas, respectivamente, 1,4 milhão de hectares e 8,5 milhões de toneladas.

² Área e produção, em 2005, em terras altas, respectivamente, 2,5 milhões de hectares e 4,9 milhões de toneladas.

rápida disseminação das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410, de tipo de planta moderno, alto potencial produtivo e grãos também de ampla aceitação.

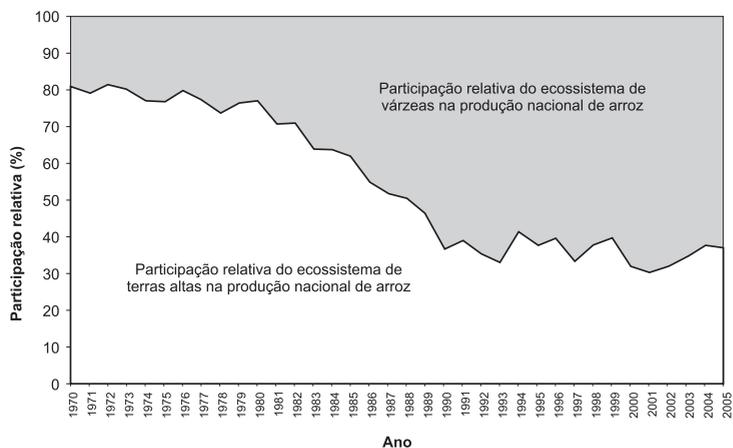


Fig. 1. Contribuição relativa dos ecossistemas de várzeas e de terras altas no atendimento da demanda brasileira de arroz no período de 1970 a 2005.

Fonte: Embrapa (2006).

Ao mesmo tempo que se processavam essas mudanças de tipo de planta e de qualidade do produto irrigado, ocorria redução da oferta nos estados do Paraná, de São Paulo e de Minas Gerais, com tradição no manejo do cultivo de sequeiro, enquanto os estados de Goiás, Mato Grosso e Maranhão ampliavam a sua participação. O mercado reagia de forma desfavorável ao produto proveniente das áreas de fronteira agrícola onde, além das condições climáticas desfavoráveis, a incipiente infra-estrutura de colheita, secagem, armazenamento e beneficiamento se somavam para deprimir a qualidade do produto.

Esses fatos conjugados contribuíram para deslocar a preferência nacional do padrão amarelão de sequeiro para o padrão longo-fino do irrigado e ocasionar grande alteração no panorama da produção. Enquanto a produtividade do arroz irrigado crescia gradativamente, a área sob o sistema de cultivo de sequeiro era rapidamente reduzida. Assim, a contribuição desse sistema em relação à do irrigado decresceu de forma acentuada desde o início da década de 1980, quando perfazia 75 % da produção, para menos de 50 % no início da década de 1990 (Fig. 1). O panorama de contínua redução da área sob esse sistema foi, contudo, estabilizado em meados de década de 1990, em razão do interesse despertado pelas novas cultivares, de tipo de planta moderna e grãos longo-finos, denominadas “agulhinha de sequeiro”. Graças a elas, é nítido o crescimento da produtividade nos estados em que o zoneamento agroclimático indica baixo risco de deficiência hídrica para o cultivo, especialmente em Mato Grosso, onde atualmente atinge valores próximos a três toneladas por hectare (Fig. 2).

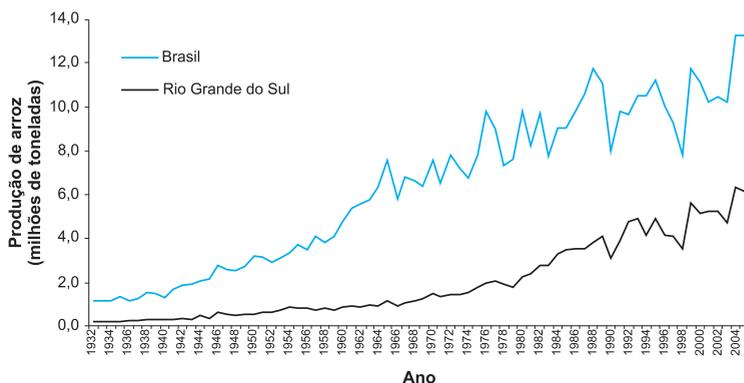


Fig. 2. Produção de arroz no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1932 a 2005.

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2005).

Este novo cenário para a cultura havia sido vislumbrado por ocasião da elaboração do Programa Nacional de Pesquisa de Arroz, na década de 1980 (EMBRAPA, 1981), por meio da diretriz de estímulo à produção em áreas climaticamente favorecidas, com duas grandes prioridades: o zoneamento agroclimático e o desenvolvimento de cultivares com novo ideótipo. Assim, a pesquisa iniciada na década de 1980 sob essa diretriz embasou decisivamente os avanços obtidos e permitiu que o cultivo do arroz na região tropical do Brasil, ora localizado em áreas de menor risco climático e sob nova denominação, arroz de terras altas, como contraponto ao estigmatizado sequeiro, pudesse seguir contribuindo para o atendimento da demanda nacional do produto.

Fatores políticos e institucionais que levaram à “construção” do arroz de terras altas

Na década de 1970, a proposta dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento era o desenvolvimento rural integrado, fundamentado em técnicas e estruturas de difusão mais agressivas e integradas. No Brasil, como fruto dessa política, foram criados aparatos estatais voltados ao crédito, à pesquisa e à extensão rural, apoiados no modelo tecnológico da Revolução Verde e na consolidação dos complexos agroindustriais (MOREIRA; CARMO, 2004).

As estratégias de ocupação do interior do País e a organização da pesquisa para dar suporte tecnológico para esse novo ambiente influenciaram, de forma acentuada, a matriz de produção e o padrão de qualidade do arroz na região tropical do Brasil, como será mostrado a seguir.

Os planos de desenvolvimento do Cerrado e seu impacto sobre a produção de arroz no ambiente tropical

A ocupação agrícola do Cerrado foi altamente estimulada na década de 1970, pelos programas especiais para o avanço da fronteira agrícola, em especial o Programa de Desenvolvimento do Cerrado (Polocentro), subsidiado pelos Planos Estaduais de Aplicação de Crédito Rural (Pesacs), Programa Nacional de Calcário Agrícola (Procal) e Programa de Subsídios ao Preço de Fertilizantes, entre outros.

A cultura do arroz teve destacado papel como cultura pioneira durante esse processo de ocupação. As cultivares tradicionais de sequeiro adotadas no País, pertencentes ao grupo Japonica tropical, possuíam rusticidade e tolerância à baixa fertilidade natural e acidez dos solos nativos, tornando possível a imediata exploração das áreas recém-desmatadas, em sistema de exploração de baixo custo. Além do papel de cultura líder na exploração dos cerrados, o arroz de sequeiro detinha papel relevante no atendimento da demanda interna do produto, respondendo por mais de 80 % do abastecimento nacional na década de 1970 e, 60 %, na década de 1980 (Fig. 1).

Apesar da alta dependência do abastecimento do produto de sequeiro, a produtividade dessa lavoura raramente ultrapassava 1,5 t/ha (Fig. 2) e eram frequentes as perdas derivadas não só da incidência de veranicos, como também da baixa adoção de tecnologias. Além da redução no volume da produção, as frustrações de safra geravam perdas de recursos públicos no pagamento dos incontáveis casos do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Esse programa, criado em 1973, exonerava o mutuário do cumprimento das obrigações financeiras quando a exploração era afetada por fenômenos adversos. Além dessa salvaguarda, existia ainda grande facilidade para a obtenção de crédito para financiamento da lavoura de arroz. Na safra 1979/1980, o Banco do Brasil financiou cerca de 4,3 milhões de hectares de arroz, representando ao redor de 45 % da área total cultivada. Nesse contexto de amplo crédito e fácil ressarcimento de perdas, o produtor não se sentia estimulado a utilizar as tecnologias recomendadas pela pesquisa. Seu objetivo era, sobretudo, o “amansamento da terra” visando à inserção de pastagens ou cultivos mais promissores, contribuindo assim para as grandes oscilações da produção nacional nas décadas de 1970 e 1980 (Fig. 3).

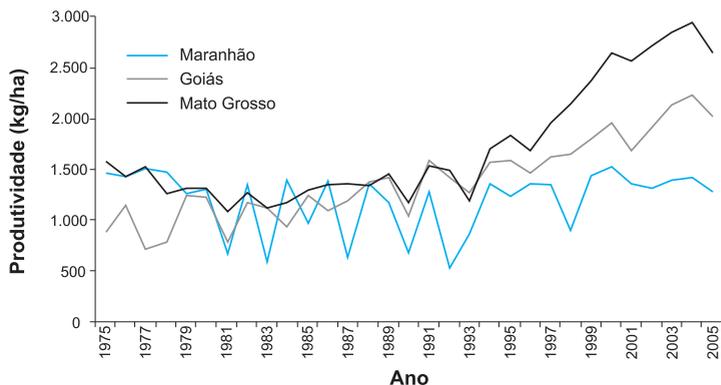


Fig. 3. Produtividade de alguns estados produtores de arroz de terras altas no Brasil no período de 1975 a 2005.

Fonte: IBGE (2006), Embrapa (2006).

A criação do SNPA e as redes de avaliação de linhagens

Em 1973, ocorreu importante reorganização do sistema brasileiro de pesquisa, com a criação da Embrapa, no âmbito federal, e dos Institutos Estaduais de Pesquisa, que constituíram o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Em consonância com esse processo, em 4 de outubro de 1974, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz³, com sede em Goiânia, no Estado de Goiás, com dois objetivos principais: desenvolver projetos de pesquisa voltados para as necessidades da rizicultura nacional e coordenar as atividades de pesquisa estaduais para evitar duplicidade de esforços e recursos (EMBRAPA, 1975).

Inicialmente, o Programa Nacional de Arroz constituía-se de um conjunto de projetos, conduzidos de forma independente pelas instituições. No caso do melhoramento do arroz de sequeiro, trabalhavam no desenvolvimento de linhagens, além da Embrapa Arroz e Feijão, os tradicionais Instituto Agrônomo (IAC) e Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), que desenvolviam exitosos programas e contribuía com suas cultivares para a exploração do Cerrado.

A primeira iniciativa para agregar as instituições em torno de trabalho cooperativo deu-se em 1978, por meio dos Ensaio Integrados de Arroz de Sequeiro, que reuniam as linhagens-elites disponibilizadas pela Embrapa, IAC e Iapar em ensaio conduzido pelas várias instituições interessadas. Em 1982, foram instituídas, pelo Ministério da Agricultura, as Comissões Regionais de Avaliação e Recomendação de Cultivares (CRC) das mais importantes culturas do País, tendo como principais atribuições estabelecer

³ O cultivo de feijão foi incluído à sua missão em 1975, passando a denominar-se Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), hoje, Embrapa Arroz e Feijão.

normas para o planejamento e acompanhamento dos ensaios cooperativos de avaliação de linhagens e propor à Secretaria Nacional de Produção Agropecuária do Ministério da Agricultura a lista de cultivares recomendadas por unidade da Federação. Em agosto de 1982, a pesquisa se organizou constituindo, no âmbito da CRCArroz, três Comissões Técnicas Regionais: a CTArroz I, abrangendo o Rio Grande do Sul e Santa Catarina; a CTArroz II, abrangendo o Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia, Distrito Federal, Goiás (incluindo o Tocantins), Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; e a CTArroz III, as demais unidades da Federação.

As CTArroz exerceram importante papel até a regulamentação da Lei de Proteção de Cultivares, no final de 1997, que afetou de forma severa as parcerias para o desenvolvimento de ensaios de melhoramento em rede no âmbito do SNPA. Contudo, o arranjo, enquanto vigente, foi capaz de exercer forte papel aglutinador, fortalecendo a cooperação e permitindo o amplo compartilhamento de linhagens geradas. Estudo realizado pelo Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Alimentares (IFPRI), em colaboração com a Embrapa (PARDEY et al., 2004), estimou que, no período de 1976–1998, foram investidos cerca de US\$ 21,4 milhões nas pesquisas em melhoramento genético do arroz de sequeiro, gerando benefícios de US\$ 469,3 milhões e configurando alta relação benefício/custo, de US\$ 22,00 para cada dólar investido.

As estratégias de melhoramento do arroz de sequeiro para os ambientes do Cerrado

A primeira fase do programa de melhoramento do arroz de sequeiro da Embrapa Arroz e Feijão, que abrangeu o período de 1975 a 1985, caracterizou-se pela ênfase à resistência à seca e à brusone [*Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr.], em busca da estabilidade de produtividade na região climaticamente desfavorecida do Cerrado (PINHEIRO et al., 2006). Durante esse período, a maioria das linhas parentais era do tipo de planta tradicional de sequeiro, do grupo Japonica tropical, caracterizado por porte alto, folhas longas e decumbentes e grãos longos e largos. Os parentais preferenciais eram cultivares do IAC, usadas extensivamente na abertura das áreas do Cerrado, e cultivares introduzidas da África por meio da parceria com o Instituto de Pesquisas Agronômicas Tropicais e Culturas Alimentares (Irat), atual Centro de Cooperação Internacional de Pesquisas Agronômicas para o Desenvolvimento (Cirad) ou de outros países, recebidas por meio do International Network for Genetic Evaluation of Rice (Inger), coordenadas pelo Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz nas Filipinas (Irri).

As primeiras cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão e testadas nos ensaios das CTArroz II e III, voltadas para o ambiente de sequeiro desfavorecido, foram lançadas em 1985. As mais destacadas foram a Guarani, de ciclo curto, e a Rio Paranaíba, de ciclo médio, de tipo de planta tradicional. Dotadas do mesmo grau de rusticidade e resistência à seca que seus progenitores nacionais e africanos, essas cultivares desempenharam expressivo papel até meados da década de 1990, cobrindo boa parte da área de arroz no ambiente tropical, no contexto de expansão da fronteira agrícola. Contudo, o produto proveniente do Cerrado passou a ser penalizado no mercado no fim da década de 1980, gerando desestímulo ao produtor e à indústria de arroz no ambiente tropical (FERREIRA et al., 2005).

Embasada em estudos de fisiologia da produção (EMBRAPA, 1984; PINHEIRO et al., 1985), a alteração do tipo de planta tradicional do arroz de sequeiro foi vislumbrada, ainda na década de 1980, como uma estratégia para aumentar a produtividade da cultura nas regiões eventualmente caracterizadas pelo zoneamento agroclimático como favorecidas, tornando-a mais apta a se beneficiar da melhoria do ambiente e das tecnologias recomendadas. Plantas de estatura média, com maior número de perfilhos e folhas superiores eretas, poderiam elevar seus índices de área foliar sem acamar ou sofrer sombreamento mútuo, ultrapassando assim o potencial produtivo das cultivares tradicionais, ao redor de 4,5 t/ha.

Na década de 1990, os avanços na caracterização do balanço hídrico das várias microrregiões do Cerrado e o avanço da frente de desmatamento para áreas de menor risco climático levaram à redução do esforço na obtenção de linhagens tolerantes à seca e deslocaram o foco do melhoramento para cultivares de tipo de planta moderno em detrimento do tipo tradicional (PINHEIRO et al., 2006). Ao mesmo tempo, a forte sinalização do mercado para grãos longo-finos, com alta qualidade de cocção, inseriu a qualidade de grãos entre as principais prioridades do programa de melhoramento, juntamente com potencial produtivo e tolerância à brusone. Os cruzamentos entre os grupos Japonica tropical e Indica foram ampliados e as introduções de linhas segregantes do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), na Colômbia, cujo programa também privilegiava este tipo de cruzamento, adquiriram especial relevância no programa. A parceria entre a Embrapa e o Ciat permitiu a seleção *in situ* e a introdução, no Cerrado, de centenas de linhas segregantes, que deram origem a famílias e linhagens promissoras e, eventualmente, às cultivares liberadas pelo SNPA e Embrapa Arroz e Feijão.

As parcerias desenvolvidas com os institutos estaduais de pesquisa, sob a égide das CTArroz II e III, também tiveram papel muito expressivo na condução dos

ensaios de rendimento e no desenvolvimento da estratégia de melhoramento do arroz de sequeiro, destacando-se a Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Mato Grosso (Empaer-MT). Localizada em estado com grande tradição no cultivo de arroz de sequeiro e condições climáticas extremamente propícias para assegurar o devido retorno da tecnologia aplicada, essa empresa desempenhou papel estratégico no desenvolvimento de cultivares de tipo de planta moderno de sequeiro.

Salienta-se, ainda, como um dos fatores-chave que contribuíram para o desenvolvimento do arroz de terras altas, a estrutura do programa de melhoramento. Além de um esquema inovador para plantas autógamas, baseado no desenvolvimento de populações de seleção recorrente, o programa conta com forte apoio multidisciplinar, especialmente no que se refere à seleção para resistência a doenças e qualidade de grãos. Nesse particular, o laboratório da qualidade de grãos, criado em 1990, vem realizando avaliações subsidiárias à seleção de campo. Utilizando amostras de tamanho reduzido, a seleção para grãos longo-finos e vítreos, além de caracteres fortemente correlacionados com propriedades desejáveis de cocção, como temperatura de gelatinização e teor de amilose intermediários, são realizadas desde gerações precoces. Nas gerações avançadas, a maior disponibilidade de grãos permite realizar testes mais precisos de rendimento de engenho e de cocção.

Principais inovações tecnológicas relacionadas ao arroz de terras altas

Zoneamento agroclimático e localização do arroz de sequeiro

O zoneamento agroclimático, que consiste na aplicação de modelos de simulação do balanço hídrico, associado a sistemas de informação geográfica, para caracterizar a probabilidade de ocorrência de períodos sem chuva e classificação do risco climático, teve suas primeiras iniciativas na Embrapa Arroz e Feijão, em uma parceria exitosa com o Irat (atual Cirad), iniciada em 1983. A cooperação resultou em uma série de publicações e mapas de risco para o Cerrado (STEINMETZ et al., 1988a, b), iniciando o processo de categorização das localidades em alto, médio e baixo risco de deficiência

hídrica no período reprodutivo do arroz. Atualmente, os principais estados produtores de arroz da região do Cerrado contam com mapas detalhados do risco climático que fornecem, ao produtor e ao extensionista, ferramentas para definir a época mais apropriada de semeadura, além do ciclo da cultivar mais adequado ao regime hídrico, reduzindo assim a probabilidade de perdas de lavoura. Uma decorrência de sua aplicação foi a reestruturação do Proagro, que reduziu consistentemente as perdas de lavoura de arroz por estiagens, muito comuns para o cultivo, aumentando a produtividade média e estabilidade de produção.

Esses resultados são ilustrados pelas Fig. 4 a 6, em que a variação da produção, ao longo das quatro últimas décadas, é plotada sobre o mapa de risco climático para o cultivo, tendo como elementos de simulação o ciclo da cultivar e a reserva útil de água do solo. Em contraste com a relativa estabilidade de localização da área do sistema de cultivo irrigado, o sistema de sequeiro sofreu grande alteração na sua localização. Na década de 1960, era predominantemente cultivado nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, sob risco climático de médio a alto.

Na década de 1970, com o estímulo governamental à abertura do Cerrado, assumiram papel relevante os estados de Goiás e Maranhão, com risco climático médio e baixo, respectivamente. Na década de 1980, estes dois estados ainda cultivavam área relativamente grande de arroz, mas já se observava o deslocamento da fronteira agrícola para o Estado do Mato Grosso (Fig. 4).

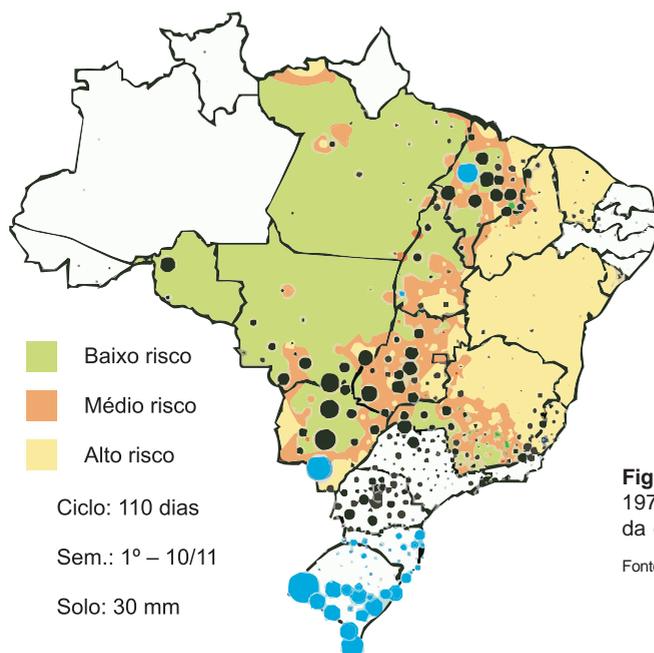


Fig. 4. Distribuição da produção, média dos anos 1975 a 1977, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).

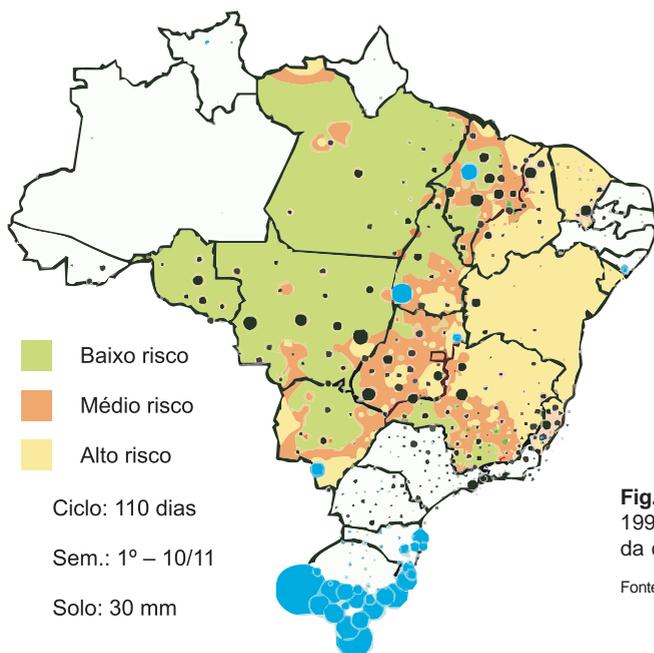


Fig. 5. Distribuição da produção, média dos anos 1990 a 1992, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).

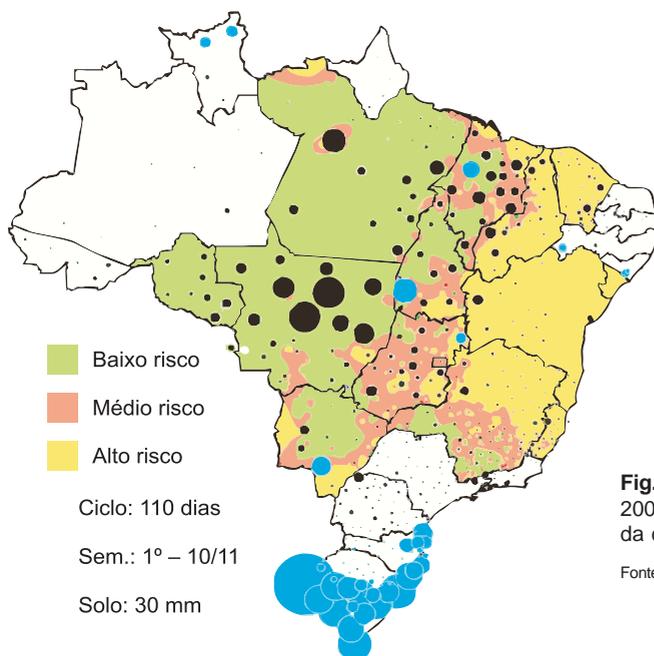


Fig. 6. Distribuição da produção, média dos anos 2003 a 2005, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).

Tanto a redução da área de fronteira agrícola quanto o seu avanço, no sentido sudeste–noroeste, resultaram em redução da área de cultivo nos estados da Região Sudeste. Na década de 1990, essa região cultivou uma área irrisória de arroz de terras altas. Da mesma forma, os estados sob forte pressão de desmatamento na década de 1980, como Goiás e Maranhão, diminuíram sua

participação na produção na década de 1990, enquanto Mato Grosso assumiu nítida liderança (Fig. 5). O avanço da frente de desmatamento sobre a Amazônia Legal no final da década de 1990 explica ainda o crescimento gradativo de área cultivada no Estado do Pará (Fig. 6) onde as novas cultivares de arroz de terras altas estão alcançando rendimentos elevados.

As Fig. 4 a 6 provêem, portanto, um retrato da gradativa migração do cultivo para as áreas de menor risco climático, com deslocamento no sentido sudeste-noroeste e concentração atual nos estados de Mato Grosso e Pará. Contudo, novas políticas, fruto da preocupação com as mudanças climáticas globais, especialmente após a divulgação dos resultados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, seguramente vão impor fortes sanções para conter novos desmatamentos.

As cultivares de arroz de terras altas

Os lançamentos que associavam o tipo de planta moderno (90 cm a 100 cm de altura, 200 perfilhos/m² a 250 perfilhos/m², folhas eretas, resistentes ao acamamento) com grãos longo-finos tiveram início em 1992, com a cultivar Progresso, originária de introduções do Ciat, de linhas segregantes em geração F4, que foram selecionadas pela Embrapa e Empaer-MT para as condições do Cerrado. Mas foram as cultivares Maravilha (Fig. 7) e BRS Primavera, lançadas em 1996, ainda sob a vigência das CTArroz, que representaram marco histórico para a cultura, levando a seu resgate junto ao produtor e à indústria.

Foto: Sebastião Araújo



Fig. 7. Entre os vários lançamentos do programa de melhoramento da espécie, 'Primavera' foi a maior inovação para o cultivo do arroz no ambiente tropical.

A Tabela 1 e a Fig. 8 apresentam as características agrônômicas das cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional. A estatura e o arranjo foliar das novas cultivares conferem-lhes maior potencial produtivo⁴ ao evitar o acamamento e melhorar a distribuição de luz no dossel. Mas além das implicações da alteração do tipo de planta sobre o potencial produtivo e resposta a insumos, as novas cultivares propiciaram, também, substancial aumento da aceitação do produto pela indústria e consumidores, em virtude das características dos grãos, muito similares ao padrão de qualidade do arroz irrigado (Fig. 9 e Tabela 2).

Entre os vários lançamentos do programa de melhoramento da espécie, a cultivar Primavera (Fig. 7) foi, seguramente, a maior inovação para o cultivo do arroz no ambiente tropical. Lançada em 1996, tem até hoje destacada participação na produção, apesar da tendência ao acamamento sob alta fertilidade e da quebra da sua resistência à brusone. Seu diferencial em relação aos demais lançamentos de tipo de planta moderno deveu-se às características de cocção superiores, que lhe asseguram preço diferenciado pela indústria. Seus grãos, de ótima aparência física, ficam macios e soltos no cozimento e permanecem macios ao serem reaquecidos devido ao conteúdo intermediário de amilose. Adicionalmente, pode ser beneficiada logo após a colheita, o que é uma clara vantagem na região, que convive com menor oferta do produto e menor capacidade de armazenamento do que a Região Sul.

Principais impactos do arroz de terras altas

O novo arroz de sequeiro, de tipo de planta moderno e de grãos similares ao do arroz irrigado, rompeu com o paradigma de cultura não rentável e avessa à tecnologia, sendo por isso rebatizado como arroz de terras altas. Com o lançamento das primeiras cultivares com tais características, a produtividade do cultivo passou a apresentar constante e gradativo aumento, fazendo com que a produtividade média se elevasse de 1,1 t/ha para os atuais 1,9 t/ha, em menos de 10 anos. Esses incrementos foram ainda mais significativos no Estado do Mato Grosso, onde a produtividade média atual é próxima de três toneladas por hectare (Fig. 2).

Outro impacto, diretamente ligado à alteração da aparência física e das propriedades de cocção das novas cultivares, foi a equiparação de preços nos pólos de produção. A Fig. 10 apresenta a relação entre o preço pago pelas

⁴ Em lavouras bem conduzidas, podem ser alcançadas produtividades ao redor de 4 t/ha, enquanto, experimentalmente, têm sido obtidas mais de 6 t/ha com cultivares de tipo de planta moderno.

Tabela 1. Médias de produtividade e caracteres agronômicos das principais cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional de sequeiro.

Nome da cultivar	Ano de lançamento	Produtividade (Kg/ha)	Dias da semeadura a 50 % da floração	Altura da planta (cm)	Acamamento (escore)
Rio Paranaíba ⁽¹⁾	1986	3.680	100	124	3,8
Caiapó ⁽¹⁾	1992	4.054	90	122	3,7
Progresso	1993	3.904	97	102	2,3
Maravilha	1996	4.110	94	105	1,8
Primavera	1996	4.124	76	110	3,6
Canastra	1997	3.433	87	107	2,3
BRS Bonança	2000	4.315	82	98	1,2
BRS Talento	2001	4.440	86	98	1,9
BRS Soberana	2002	3.920	76	114	3,2
BRSMG Curinga	2004	4.250	88	102	1,3
BRS Sertaneja	2006	4.143	80	106	2,3

⁽¹⁾ Planta tradicional de sequeiro.

Fonte: Ensaios avançados da Rede de Melhoramento de Arroz da Embrapa.

Fotos: Sebastião Araújo



Fig. 8. Características agrônômicas das cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional. A estatura e o arranjo foliar das novas cultivares conferem-lhes maior potencial produtivo.

Fotos: Sebastião Araújo



Fig. 9. As novas cultivares de arroz de terras altas propiciaram substancial aumento da aceitação do produto pela indústria e consumidores por causa das características dos grãos, muito similares ao padrão de qualidade do arroz irrigado.

indústrias locais ao produto no Rio Grande do Sul e em Goiás no período de janeiro de 1985 a setembro de 2000. Na década de 1980, a popularização do tipo de grão do arroz irrigado levou à gradativa diminuição do preço pago ao produto de sequeiro. O diferencial entre os produtos ampliou-se até o início da década de 1990, quando os preços pagos ao produto em Goiás e no Rio Grande do Sul começaram, novamente, a se aproximar, até se equipararem na década de 2000.

Tabela 2. Características dos grãos de cultivares de arroz de terras altas em comparação com as cultivares de referência de arroz irrigado e de sequeiro tradicional.

Cultivares	Rendimento de engenho	Teor de amilose (%)	Temperatura de gelatinização	Comprimento (mm)	Largura (mm)
BR IRGA 409 ⁽¹⁾	Alto	27,0 Intermediário	7,0 Intermediária	6,81	2,06
Rio Paranaíba ⁽²⁾	Alto	20,5 Baixo	3,7 Alta	7,27	2,52
Caiapó ⁽²⁾	Alto	24,2 Intermediário/Baixo	4,0 Intermediária	6,73	2,30
Maravilha	Alto	21,6 Intermediário/Baixo	3,1 Alta	6,91	2,02
Primavera	Baixo	24,5 Intermediário	4,7 Intermediária	7,29	1,96
Canastra	Alto	21,3 Intermediário/Baixo	3,8 Intermediária/Alta	6,99	2,14
BRS Bonança	Alto	24,9 Intermediário	4,0 Intermediária	6,22	2,29
BRS Talento	Baixo	24,9 Intermediário	4,3 Intermediária	6,93	1,92
BRS Soberana	Alto	24,8 Intermediário	3,9 Intermediária	7,08	1,95
BRSMG Curinga	Alto	24,4 Intermediário	4,1 Intermediária	7,05	3,12
BRS Sertaneja	Alto	23,3 Intermediário	4,3 Intermediária	7,32	2,08

⁽¹⁾ Arroz irrigado; ⁽²⁾ Arroz de sequeiro tradicional.

Fonte: Ensaios avançados da Rede de Melhoramento de Arroz da Embrapa.

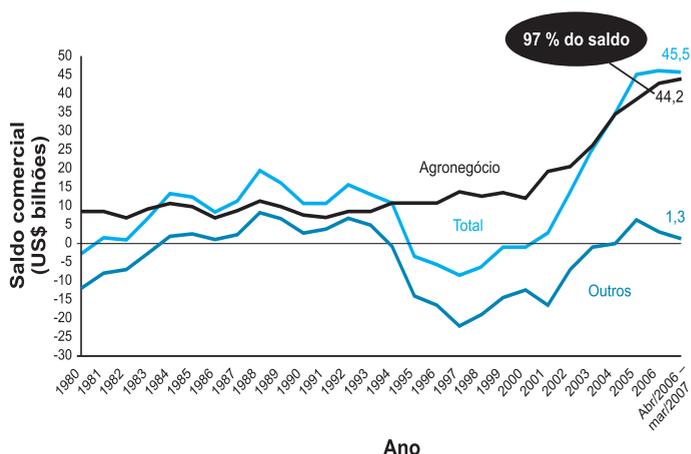


Fig. 10. Índice da relação de preços pagos aos produtores dos estados de Goiás e Rio Grande do Sul, período de 1970 a 2001.

Fonte: Ferreira et al. (2005).

Esta retomada da aceitação do produto tropical atraiu indústrias da Região Sul do País aos pólos de produção de arroz de terras altas. Além disso, a possibilidade de aquisição de arroz de qualidade a menor custo tornou atrativa a mescla do produto de sequeiro com o irrigado em regiões distantes dos pólos de produção.

As inovações da pesquisa relacionadas ao arroz de terras altas permitiram, portanto, a retomada do sistema de cultivo de sequeiro sob novas bases, em regiões climaticamente favorecidas, e atraíram investimentos, na forma de novas indústrias de beneficiamento. Atualmente, o Estado de Mato Grosso tem capacidade para beneficiar mais de um milhão de toneladas de arroz, em plantas modernas, e vem fazendo novas marcas reconhecidas no mercado.

Os novos desafios do arroz de terras altas

Apesar dos significativos avanços da pesquisa, que propiciaram importante inovação tecnológica para o arroz no ambiente tropical, os dados relativos à dinâmica da produção do arroz em Mato Grosso indicam que a cultura ainda não se consolidou como componente estável de sistemas de produção, tendo ainda forte papel na abertura de novas áreas (MENDEZ DEL VILLAR et al., 2002). Em Rondônia e no Pará, a área e a produção estão aumentando de forma contínua, predominando o papel de cultura desbravadora. Portanto, o maior desafio atual da pesquisa é a inserção do novo arroz de terras altas, como componente regular dos sistemas agrícolas do Cerrado. A pesquisa prioriza ações tanto na área de melhoramento genético quanto de manejo, visando aumentar a sua adaptação ao Sistema Plantio Direto (SPD) para utilização na rotação com a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e demais grãos, ou na renovação de pastagens degradadas.

Na década de 1990, foi amplamente difundida e adotada a tecnologia denominada Sistema Barreirão, que consiste no manejo consorciado do arroz e outros cultivos de grãos com pastagens do gênero *Brachiaria* (KLUTHCOUSKY et al., 1991) visando reduzir os custos da renovação da pastagem degradada (YOKOYAMA et al., 1995). Inicialmente desenvolvida para o sistema de plantio convencional, foi adaptada para permitir o manejo de cultivos com pastagens sob plantio direto. Esta adaptação, denominada Sistema Santa Fé, foi o elemento embasador do programa de Integração Lavoura–Pecuária (KLUTHCOUSKY et al., 2003), amplamente promovido pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia por suas implicações na sustentabilidade da exploração agrícola no Cerrado.

As áreas originalmente abertas com arroz estão atualmente ocupadas com soja, em solo sob preparo mínimo e plantio direto. A necessidade de aumentar a disponibilidade de palhada no sistema, bem como de reduzir a incidência de pragas e doenças da soja, em especial da ferrugem, abre oportunidade para a introdução do arroz como cultura de rotação. Contudo, a cultura apresenta baixa adaptação ao SPD, pois a ausência de preparo do solo induz à compactação da sua camada superficial (GUIMARÃES; YOKOYAMA, 1998; GUIMARÃES; MOREIRA, 2001), limitando o crescimento inicial da planta e, conseqüentemente, o aprofundamento do sistema radicular, aumentando a sensibilidade à seca. Outras limitações para o arroz em SPD são a redução da porosidade do solo e da disponibilidade de nitrogênio, a imobilização de nutrientes na palhada e o aumento da incidência de doenças da planta, especialmente brusone e mancha-de-grãos. Assim, a pesquisa tem como desafios ampla gama de ajustes, não só do sistema de manejo da cultura como também da própria planta, via programa de melhoramento, para superar as limitações encontradas no novo ambiente. Essas alterações incluem maior vigor inicial; raízes mais profundas e com maior capacidade de penetração no solo; maior tolerância à seca; habilidade competitiva com plantas daninhas; e resistência a doenças, em especial à brusone.

Visão de futuro para o arroz de terras altas

Consolidação do mercado interno e ampliação das exportações

Superadas as limitações para adaptação do arroz de terras altas ao plantio direto, considera-se que exista alto potencial de crescimento para o cultivo,

especialmente nas áreas já exploradas e que se encontram sob pastagens degradadas, no centro-norte do Mato Grosso, em Goiás, no Tocantins, no sudeste do Pará, em Rondônia e em Roraima.

O potencial de exploração de várzeas subtropicais já está praticamente atingido, não podendo exceder muito os atuais 1,1 milhão de hectares, sob risco de não ter as necessidades de água atendidas. Os incrementos de produção sob esse ecossistema vão, pois, seguir dependendo de incrementos de produtividade. Contudo, esta já atingiu um valor muito relevante, superior a 6,5 t/ha no Rio Grande do Sul e a 7 t/ha em Santa Catarina, deixando pouco espaço para incrementos adicionais.

Assim, se o mercado internacional de arroz sinalizar para a ampliação, o Brasil terá condições de produzir excedentes, ajustando a área cultivada sob o ecossistema de terras altas no ambiente tropical. Contudo, esta não pode ser uma política aleatória e ocasional, e sim estratégia palmilhada passo a passo, com a necessária antecipação e devidamente acordada entre as cadeias produtivas dos dois ecossistemas. Saliente-se que a alteração da forma e aparência do grão das cultivares de sequeiro, de longo para longo-fino, não permite distingui-lo das do irrigado. Contudo, a maior estabilidade inerente a esse ecossistema resulta em produto de melhor aparência e padrão, portanto mais apto a mercados mais exigentes.

Oportunidades para integração e colaboração em pesquisa

O arroz é importante componente da segurança alimentar mundial, sendo especialmente estratégico na alimentação das populações carentes da zona tropical da Ásia, África e América Latina. Nos países asiáticos, já existem iniciativas com vistas a estabelecer novo paradigma para o sistema de cultivo do arroz, denominado arroz aeróbico. Esse sistema, conduzido tanto em várzeas, sem lâmina de água, quanto em terras altas, sob adequada disponibilidade de água, tem premissas bastante similares às do arroz de terras altas. As inovações desenvolvidas pela pesquisa brasileira para esse agroecossistema são de interesse dos países asiáticos, tendo sido apresentadas, por convite do Irri, em vários eventos e workshops na Índia, China, Japão e Tailândia, suscitando muito interesse. Apesar de as diferenças entre ambientes e ecossistemas fazerem com que a experiência brasileira no melhoramento e no manejo do cultivo não sejam diretamente transferidas, a

Embrapa tem sido chamada a participar de projetos dos *Challenge Programs* dos centros de pesquisa ligados ao Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (Cgiar), destacando-se ações voltadas para a fenotipagem e a identificação de genes de importância para o arroz de terras altas, incluindo resistência à seca e biofortificação, entre outros.

Já para outras nações, a exemplo dos países africanos, as cultivares de arroz de terras altas e as tecnologias de manejo podem ser facilmente transferidas, especialmente para os de fala portuguesa, mediante programas cooperativos de capacitação e cooperação técnica, com o apoio de agências internacionais que visam a amenizar a fome e a lacuna tecnológica.

Considerações finais

Considera-se que o estabelecimento do zoneamento agroclimático e o lançamento das cultivares de tipo de planta moderno e grãos longo-finos permitiram romper o paradigma de cultura de abertura de área e estabelecer um novo conceito: o arroz de terras altas. O acelerado declínio da área cultivada, iniciado na segunda metade da década de 1980, teria sido irreversível não fossem estes avanços que contribuíram significativamente para renovar o interesse do produtor, da indústria e do consumidor.

Acredita-se que, em futuro próximo, o arroz no ecossistema de terras altas ocupará espaço maior em sistemas agrícolas sob SPD, seja sob sistemas de produção de grãos, seja sob a integração lavoura-pecuária. Dependendo das tendências e oportunidades de mercado, as áreas do Cerrado, especialmente aquelas sob pastagens degradadas, podem ser estimuladas a produzir arroz.

Além da definição da área de cultivo anual de acordo com a sinalização do mercado, a produção deveria estar suportada por políticas baseadas no abastecimento do parque industrial instalado; no uso sustentável das várzeas e das terras altas; e no equilíbrio e complementaridade entre os dois ecossistemas e os diversos segmentos das suas cadeias produtivas.

Ressalta-se, ainda, que o consumidor, que se beneficiou amplamente dos incrementos de produtividade nos dois ecossistemas de produção de arroz, a qual resultou em significativa redução do preço do produto (Fig. 11), pode desempenhar papel cada vez mais estratégico na cadeia produtiva, especialmente sob uma política de incremento do consumo e de diversificação industrial do produto e seus derivados.

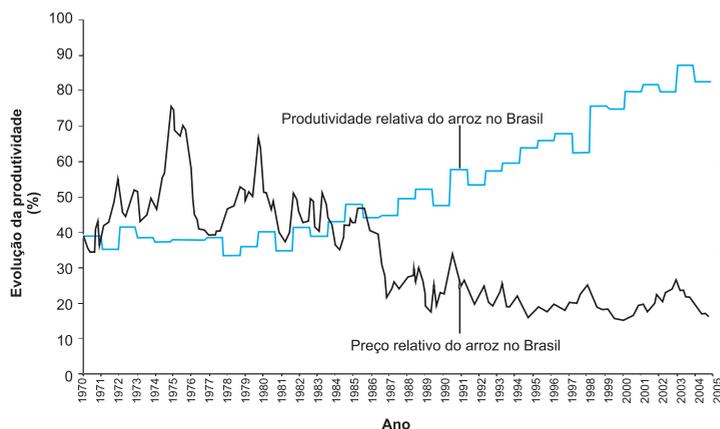


Fig. 11. Evolução da produtividade relativa e do preço relativo do arroz no Brasil no período de 1970 a 2005.

Fonte: Embrapa (2006).

Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Programa nacional de pesquisa do arroz (safra 1975/1976)**. Goiânia, 1975. 55 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Relatório científico**: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Goiânia, 1984. p. 100-113.

EMBRAPA. Departamento Técnico Científico. **Programa nacional de pesquisa de arroz**. Brasília, 1981. 69 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Produção de grãos**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia>>. Acesso em: 4 dez. 2006.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. da S.; SOUSA, I. S. F. de; MORAIS, O. P. de. **Qualidade do arroz no Brasil**: evolução e padronização. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p.703-707, 2001.

GUIMARÃES, C. M.; YOKOYAMA, L. P. O arroz em plantio direto. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p. 25-30.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas temporárias e permanentes. 1990-2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 dez. 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagens de Cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MOREIRA, R. M.; CARMO, M. S. do. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Agricultura em São Paulo**, v. 51, p. 37-56, 2004.

MENDEZ DEL VILLAR, P.; FERREIRA, C. M.; GAMEIRO, A. H.; ALMEIDA, P. N. A. **Arroz de terras altas em Mato Grosso**: evolução tecnológica e dinâmica territorial. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 23 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 143).

PARDEY, P. G.; ALSTON, J. M.; CHANG-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; VASTI, S. S. **Assessing and attributing the benefits from varietal improvement research in Brazil**

Washington: International Food Policy Research Institute, 2004. 102p. (IFPRI. Research Report, 136).

PINHEIRO, B. da S.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C. M. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, The Netherlands, v. 97, p. 34-42, 2006.

PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, E. P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, p. 87-95, 1985.

STEINMETZ, S.; REYNIERS F. N.; FOREST, F. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil: síntese e interpretação dos resultados**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1988a. v. 1, 66 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 23).

STEINMETZ S.; REYNIERS, F. N.; FOREST, F. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil: catálogo básico de dados**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1988b. v. 2, 278 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 24).

YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. de; DUTRA, L. G.; SILVA, J. G. da; GOMIDE, J. de C.; BUSO, L. H. **Sistema Barreirão: análise de custo/benefício e necessidade de máquinas e implementos agrícolas**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 31 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 56).

Literatura recomendada

BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 250 p.

FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. **Cadeia produtiva do arroz na Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 110 p.

GUIMARÃES, E. P.; VIEIRA, N. R. A.; PINHEIRO, B. S. Breeding for speciality rice in Latin America: status and perspectives. In: CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V.; DUFFY, R. (Ed.). **Speciality rices of the world: breeding, production and marketing**. Rome: FAO, 2001. p. 317-322.

MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M. de; SANT'ANA, E. P. de. Selección recurrente en arroz de secano en Brasil. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Selección recurrente en arroz**. Cali: Ciat, 1997. p. 99-115.

MORAIS, O. P. de; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. da M. de; NEVES, P. de C. F.; BRONDANI, C.; PRABHU, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Avanços do melhoramento genético do arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005. **Anais....** Passo Fundo: Embrapa Trigo/ Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2005. CD-ROM

MORAIS, O. P. de; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. da M. de; NEVES, P. de C. F.; CUTRIM, V. dos A.; PRABHU, A. S.; BRONDANI, C.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Melhoramento Genético. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. (Ed.). **A Cultura do arroz no Brasil** 2 ed. rev. amp. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 289-358.

PINHEIRO, B. da S. Integrating selection for drought tolerance into a breeding program: the Brazilian experience. In: FISCHER, K. S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G.; HARDY, B. (Ed.). **Breeding rice for drought prone environments** Los Baños: IRRI, 2003. p. 75-83.

PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. I. Níveis limitantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 863-872, 1990.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil** 2.ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.

Capítulo 2

Impulsionando a produção e a produtividade de milho e sorgo, no Brasil

Antônio F. C. Bahia Filho
João Carlos Garcia
Sidney Neto Parentoni
Derli Prudente Santana
José Carlos Cruz
Robert Eugene Schaffert

Entre os triênios 1985/1987 e 2005/2007, a produção de milho (*Zea mays* L.) cresceu, no Brasil, 88 %, apesar da redução de 2,2 % na área plantada. A análise mais desagregada indica redução de 26,3 % da área dedicada à produção desse cereal na época mais tradicional (verão), que foi parcialmente substituída pelo crescimento da área com milho na safrinha (plantio efetuado nos meses de janeiro a março, após a colheita da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]), que apresenta, geralmente, condições adversas para o pleno desenvolvimento das plantas de milho. O fator determinante do crescimento recente da produção de milho, no Brasil, foi o avanço obtido nos rendimentos agrícolas, tanto na época tradicional de plantio como na safrinha, de forma a contornar as condições restritivas à produção que, geralmente, ocorrem nessa época. Uma série de fatores contribuiu para esse crescimento, alguns ocorridos no período considerado e outros decorrentes de acontecimentos em períodos anteriores, os quais renderam impactos que se desdobraram ao longo do tempo.

No ambiente organizacional, podem ser citados: a) o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), que permitiu o acesso à tecnologia e à assistência técnica, melhoria da infra-estrutura e do crédito e

que, apesar de ter sido implementado na década de 1970, até hoje rende benefícios no que diz respeito à incorporação de áreas produtivas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste e em novas áreas de agricultura comercial do Nordeste e da Amazônia; b) a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o estabelecimento do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA); c) o desenvolvimento da indústria de sementes, que foi capaz de responder à necessidade de novas cultivares, mais produtivas, com menor risco, e a sua difusão entre os agricultores, assim como da indústria de fertilizantes e, mais recentemente (década de 1990), da indústria de máquinas agrícolas, principalmente no que diz respeito à disponibilização de melhores semeadoras; d) a migração de agricultores do Sul do País, com tradição em associativismo, utilização de máquinas agrícolas, sensíveis à inovação e com orientação comercial, para a Região Centro-Oeste.

Como inovações fundamentais no desenvolvimento tecnológico, que permitiram a incorporação de áreas com restrições químicas e o crescimento da produtividade em áreas tradicionais e em épocas com condições desfavoráveis de clima, apontam-se: a) ampliação e diversificação da base genética do melhoramento no Brasil, derivada da interação entre o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt), o Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) e o Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (Irri), com a Embrapa, universidades e instituições privadas do Brasil; b) a geração de conhecimento sobre as limitações edafoclimáticas das regiões produtoras ou potenciais produtoras e as tecnologias de superação ou escape, associadas a sistemas de produção inovadores; c) a geração de cultivares modernas, de porte baixo, responsivas à melhoria de ambiente, com alto potencial produtivo e melhor adaptação a estresses tropicais (bióticos e abióticos); d) desenvolvimento de um arranjo inovador de transferência de tecnologia (licenciamento de multiplicação de cultivares), assegurando a competição no mercado e o surgimento de novas empresas produtoras de sementes; e e) a existência de redes de difusão de tecnologia (oficiais e privadas) e de redes de apoio à pesquisa (ensaios nacionais, p. ex.), acelerando a modernização da agricultura.

No segmento do mercado, devem ser registrados: a) o desenvolvimento de instrumentos de crédito, que possibilitaram a implementação de projetos de melhoria da qualidade do solo e de investimentos em maquinaria e de infraestrutura nas propriedades; b) os programas de infra-estrutura de transporte e de armazenamento dos governos estaduais e federais; c) o suporte de preços agrícolas no início do período de implantação das propriedades com orientação comercial; d) o desenvolvimento das atividades de produção de carnes de aves e de suínos, que proporcionou a sustentação de mercado para

o milho, mas, ao mesmo tempo, somente foi possível pela disponibilidade desse cereal, a preços competitivos; e e) mais recentemente, o estabelecimento de taxas de câmbio que possibilitaram a maior competitividade dos produtos agrícolas brasileiros no mercado internacional.

Esses fatores ocorreram de forma complementar uns aos outros e criaram as condições para o crescimento sustentável da produção de milho no Brasil. Uma avaliação mais detalhada dos fatores, com características de cunho mais tecnológico, será apresentada a seguir.

Crescimento recente da produção de milho e de sorgo no Brasil

A produção de milho, no Brasil, tem se alterado consideravelmente nas últimas décadas. A primeira transformação foi passar de lavoura de subsistência para atividade com propósito eminentemente comercial, que serve como base para as atividades de criação de animais confinados, cuja melhor estruturação foi, por sua vez, fundamental para essa transformação nas lavouras de milho.

A outra transformação foi a crescente importância da chamada safrinha, que consiste em plantios de milho realizados após a colheita da soja. Embora seja realizada em condições desfavoráveis de clima, o milho produzido nessa época chega ao mercado em meses em que, anteriormente, os preços começavam a se elevar. Isto resultou em maior estabilização dos preços ao longo do ano.

Na época tradicional de plantio, o aumento da área plantada com soja levou à redução da área plantada com milho em todas as regiões do Brasil (Tabela 1), de sorte que o crescimento da produção nacional foi resultado do crescimento da produtividade das lavouras. No caso da safrinha, as lavouras, geralmente conduzidas por agricultores com vocação comercial, foram gradativamente incorporando técnicas de produção que permitiram o crescimento da produtividade (Tabela 1) e a redução do custo de produção.

No caso do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], o crescimento da produção ocorreu, principalmente, nos últimos 10 anos, com a concentração da área plantada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, na época da safrinha (Tabela 2). Geralmente plantado após a época ideal para o milho, as lavouras de sorgo são conduzidas em condições mais adversas do que as normalmente verificadas para essa época de plantio. Essa situação tem desestimulado a utilização de

tecnologias que conduzam ao aumento da produtividade e estimulado a adoção de sistemas de produção com foco na redução de custos.

Tabela 1. Crescimento da área, da produtividade e da produção de milho no Brasil.

Época/Região	Área	Produção	Produtividade
	(mil ha)	(mil t)	(kg/ha)
Safra Verão			
Brasil (Média 2005–2007)	9.395,50	31.917,67	3.391,33
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-1,25	0,06	1,32
Crescimento anual 1986–1996 (% a.a.)	-0,27	1,77	2,05
Centro-Oeste (Média 2005–2007)	751,83	3.831,37	5.066,00
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-2,98	-1,87	1,11
Crescimento anual 1986–1996 (% a.a.)	-0,25	2,63	2,96
Norte/Nordeste (Média 2005–2007)	3.007,73	3.949,80	1.311,67
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-0,87	0,63	1,51
Crescimento anual 1986–1996 (% a.a.)	0,70	4,12	3,31
Sul (Média 2005–2007)	3.479,73	14.771,77	4.237,67
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-1,55	-0,10	1,47
Crescimento anual 1986–1996 (% a.a.)	-0,41	1,80	2,24
Sudeste (Média 2005–2007)	2.156,20	9.364,73	4.344,67
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-0,46	1,20	1,67
Crescimento anual 1986–1996 (% a.a.)	-1,21	0,42	1,67
Safrinha			
Brasil (Média 2005–2007)	3.530,53	10.939,83	3.057,00
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	3,25	5,63	2,20
Centro-Oeste (Média 2005–2007)	1.772,30	6.196,47	3.461,67
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	5,39	7,79	2,36
Norte/Nordeste (Média 2005–2007)	406,67	513,57	1.261,67
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	2,55	4,39	1,69
Sul (Média 2005–2007)	1.047,67	3.486,60	3.210,33
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	2,70	5,25	2,23
Sudeste (Média 2005–2007)	303,90	743,20	2.449,33
Crescimento anual 1996–2006 (% a.a.)	-1,12	-0,40	0,72

Fonte: Elaboração dos autores com dados do IBGE <www.ibge.gov.br>.

Tabela 2. Crescimento da área, da produtividade e da produção de sorgo no Brasil.

Época/Região	Área	Produção	Produtividade
	(mil ha)	(mil t)	(kg/ha)
Brasil (Média 2004–2006)	806,26	1.708,36	2.112,66
Crescimento anual 1995–2005 (% a.a.)	8,35	9,31	0,87
Crescimento anual 1985–1995 (% a.a.)	-0,94	-0,89	0,05
Centro-Oeste (Média 2004–2006)	480,90	1.023,23	2.123,66
Crescimento anual 1995–2005 (% a.a.)	10,33	11,38	0,99
Crescimento anual 1985–1995 (% a.a.)	6,28	5,78	-0,39
Nordeste (Média 2004–2006)	102,36	177,20	1.740,00
Crescimento anual 1995–2005 (% a.a.)	7,01	11,70	4,42
Crescimento anual 1985–1995 (% a.a.)	-3,43	-6,03	-2,71
Sul (Média 2004–2006)	27,7	54,86	1.975,00
Crescimento anual 1995–2005 (% a.a.)	-0,53	-1,00	-0,48
Crescimento anual 1985–1995 (% a.a.)	-4,15	-4,23	-0,07
Sudeste (Média 2004–2006)	195,30	453,06	2.318,33
Crescimento anual 1995–2005 (% a.a.)	8,58	8,88	0,26
Crescimento anual 1985–1995 (% a.a.)	-1,50	0,24	1,53

Fonte: Elaboração dos autores com dados do IBGE <www.ibge.gov.br>.

Componentes de inovação relacionados ao melhoramento genético de milho (1970 a 2006)

O progresso tecnológico ocorrido na cultura do milho nas últimas décadas se deve tanto a avanços na área de melhoramento de plantas (ganhos genéticos) quanto à melhoria nas práticas e processos produtivos relacionados a essa cultura (ganhos ambientais). Estimativas do progresso genético no aumento da produtividade de milho no Brasil, entre 1964 e 1990, foram de cerca de 60 kg de grãos/ha.ano (VENCOVSKY; RAMALHO, 2000). Os dados de ganhos genéticos demonstram o sucesso do grande esforço feito em pesquisa nas últimas décadas, tanto por instituições públicas, como a Embrapa, universidades e empresas estaduais de pesquisa, quanto por empresas privadas, para aumentar a produtividade do milho no Brasil. Esses ganhos

em produção de grãos ocorreram associados a uma grande modificação no tipo de planta de milho cultivado no País.

Até a década de 1970, as cultivares de milho utilizadas eram excessivamente altas, muito sensíveis ao acamamento, com alta relação parte aérea/grãos e, além de pouco produtivas, não suportavam maior densidade de semeadura. Nesse período, a cultura do milho caracterizava-se como de subsistência, com baixos níveis de tecnologia, reduzida adoção de sementes melhoradas, baixa densidade de plantio, pouco uso de fertilizantes e corretivos, quase nenhuma mecanização, além de total ausência de controle de pragas. Esse sistema de produção refletia-se no baixo rendimento médio do milho, inferior a 1.500 kg/ha. Grande parte das lavouras provinha de pequenas propriedades rurais, de até cinco hectares, cuja produção priorizava sistemas consorciados de plantio, principalmente com o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Os híbridos duplos e as cultivares melhoradas não eram adaptados à agricultura mecanizada e um dado híbrido permanecia por vários anos no mercado. A maior parte da produção era armazenada precariamente nas fazendas. Pouco conhecimento se tinha sobre o efeito dos fatores climáticos e de solo sobre a produtividade. Quanto ao tipo de cultivares utilizadas até os anos de 1970, a maior parte do milho plantado no País era proveniente de cultivares de polinização aberta e híbridos duplos ou intervarietais, com alto percentual de utilização, pelos agricultores, da chamada semente de paiol ou segunda geração de híbridos.

O melhoramento genético contribuiu não só para os expressivos ganhos de produtividade de grãos observados nas quatro últimas décadas, mas também para a redução do porte das plantas; maior resistência ao acamamento; aumento da tolerância a maiores densidades de plantio; maior adaptabilidade a condições de estresse hídrico e a solos com acidez subsuperficial, como aqueles do Cerrado; maior eficiência no uso de nutrientes como fósforo e nitrogênio; maior capacidade de resposta à adubação; e maior resistência a doenças e pragas. Já em 2005, mais de 43 % da semente melhorada utilizada era de híbridos simples, sendo cerca de 54 % de híbridos duplos e triplos e 3 % de sementes de cultivares, mostrando que o incremento tecnológico em genética acompanhou o avanço das tecnologias de melhoria do ambiente, tais como: aumento no uso de corretivos e fertilizantes; uso do Sistema Plantio Direto (SPD); aumento do número de plantas por área; controle de pragas; e incremento da mecanização. O programa de melhoramento genético de milho da Embrapa atuou de forma inovadora em várias dessas etapas, conforme mostrado a seguir.

Em 1973, foi criada a Embrapa e um conceito-chave adotado foi a decisão de agrupar, no mesmo local, uma equipe técnica multidisciplinar, com pesquisadores de diversas áreas, como melhoramento genético, fertilidade

de solos, entomologia, fitopatologia, mecanização, fisiologia vegetal e economia, visando atuar de forma integrada na solução de gargalos tecnológicos existentes nas culturas de importância atual e potencial para o Brasil. Essa decisão foi um dos fatores que contribuíram para uma postura inovadora do programa de melhoramento de milho da Empresa, coordenado pela Embrapa Milho e Sorgo, a fim de permitir a atuação em linhas de pesquisa que exigiam ação multidisciplinar, como a adaptação de plantas a solos ácidos, o aumento na eficiência no uso de nutrientes como fósforo e nitrogênio e o desenvolvimento de cultivares com resistência múltipla a doenças. Desde sua criação, o programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo proporcionou contribuições-chave ao melhoramento de milho no País, que podem ser resumidas nos seguintes tópicos: a) introdução maciça, no Brasil, de germoplasma de milho nas décadas de 1970 e início dos anos 1980, principalmente do Cimmyt, e sua ampla distribuição a todas as instituições do País; b) grande esforço, por mais de uma década, em seleção recorrente para adaptação dessas novas populações às diversas condições edafoclimáticas e síntese de novas populações a partir desse material original; c) estabelecimento de programa forte e de caráter multidisciplinar, na área de adaptação de milho a solos ácidos, como os do Cerrado, focado em tolerância à toxidez de alumínio (Al^{+++}) e eficiência no uso de fósforo. Esse programa tem servido de base para colaborações entre a Embrapa e diversas instituições do Brasil e do exterior, como a Comunidade Econômica Européia; o Centro de Cooperação Internacional de Pesquisas Agrônomicas para o Desenvolvimento (Cirad) e o Instituto Nacional de Pesquisa Agrônômica (Inra), na França; Universidades de Cornell e Purdue, nos Estados Unidos da América; Universidade de Moi, no Quênia; Programa Nacional de Camarões; e fundações internacionais interessadas em transferir essa tecnologia para a África (Rockefeller, Mcknight e Sasakawa); d) estabelecimento, em meados da década de 1980, de modelo inovador de parceria público-privada entre a Embrapa e o setor nacional de sementes de milho, representado, na época, por 23 empresas privadas, visando fazer a ligação entre os ganhos de pesquisa em genética e melhoramento feitos na empresa pública e os usuários dessa pesquisa, que seriam os agricultores; e) treinamento e capacitação de grande número de estudantes e profissionais em atividades relacionadas ao desenvolvimento e coordenação de um programa de melhoramento de milho, os quais, hoje, estão inseridos nas várias instituições ligadas ao agronegócio do milho no País; f) formação de uma rede multiinstitucional de pesquisa em melhoramento genético de milho, envolvendo projetos conjuntos com diversas unidades da Embrapa, universidades (Lavras, Viçosa, Piracicaba etc.), empresas privadas e institutos estaduais de pesquisa como o Instituto Agrônômico (IAC), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

(Epamig), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), o Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar), a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro), a Agência Rural, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), e a Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa), assim como com redes de extensão rural, a exemplo da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater).

1) Introdução maciça de germoplasma melhorado, seleção recorrente para adaptação às diversas regiões agroecológicas do País e distribuição ampla destes às diversas instituições.

Em 1976, o programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo introduziu, no País, grande número de populações e pools do Cimmyt, no México. Numa primeira fase, esses materiais foram avaliados em 27 locais, identificando-se populações com ótimo potencial de utilização no País (MORO et al., 1981). Iniciou-se, então, grande esforço em seleção recorrente nesses materiais, que durou cerca de 15 anos e permitiu criar uma base de germoplasma melhorado que aliava diversidade genética com características modernas, como porte baixo, ciclo mais precoce, maior resistência a acamamento e quebramento, boa fonte de variabilidade para resistência às principais doenças e pragas, distintos tipos de grão (de dentado a *flint*) e bom potencial produtivo, aliado à ampla adaptação às diferentes regiões agroecológicas do Brasil. Programas de longo prazo, como os de seleção recorrente intrapopulacional, são atividades típicas da empresa pública, por exigirem grande esforço em avaliação e recombinação de progênies e por permitirem obter apenas pequenos ganhos de ciclo por ano, mas constituindo-se, ao longo do tempo, em avanço inestimável no estabelecimento de nova base genética de milho com características modernas e adaptadas ao País.

Um ponto-chave nessa época foi que todo esse germoplasma e a informação referente a ele foram livremente distribuídos a todas as instituições privadas e públicas do Brasil, conforme mostrado na Fig. 1. Verifica-se, aí, um pico de distribuição de materiais por volta de 1986-1987, quando as várias instituições nacionais reconheceram o seu valor para os diversos programas de melhoramento, passando a demandá-los em grande quantidade. Um segundo pico de distribuição desse material melhorado ocorreu em meados da década de 1990, quando, novamente, as instituições buscaram ciclos mais avançados, provenientes de seleção recorrente feita pela Embrapa durante a década de 1980 e início de 1990. Para realizar essa tarefa, a Embrapa Milho e Sorgo

contou com a colaboração inestimável de uma rede de pesquisa envolvendo diversos centros da própria Embrapa, universidades, institutos estaduais de pesquisa e a extensão rural.

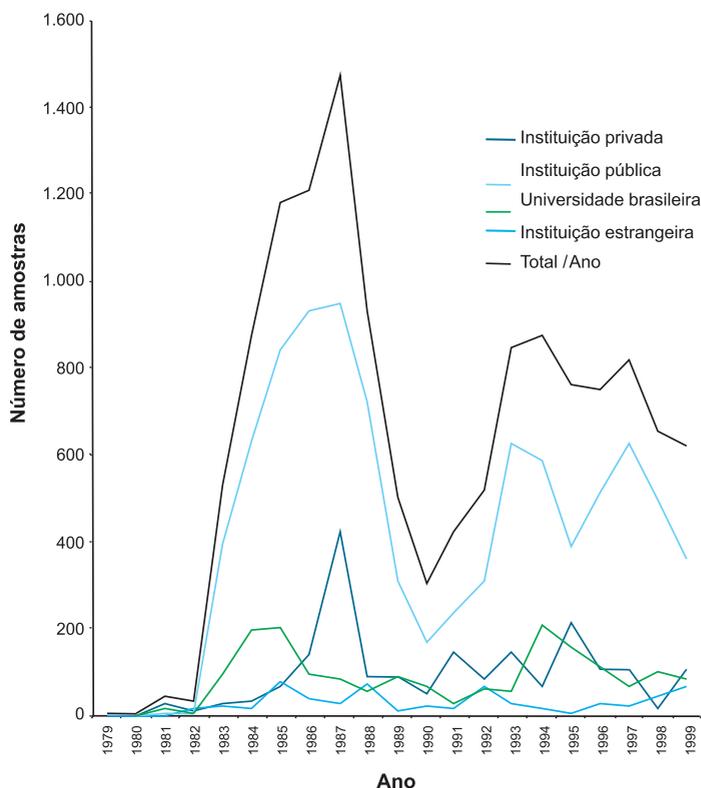


Fig. 1. Número de amostras de germoplasma melhorado da Embrapa Milho e Sorgo distribuídas a diversas instituições, de 1979 a 1999.

Fonte: Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo.

As mais importantes cultivares obtidas pelo programa de melhoramento do Cimmyt foram: a) 'BR 105', derivada da cultivar Suwan DMR, introduzida da Tailândia e formada via recombinação de 93 progênies de irmãos-germanos selecionadas de um grupo de 800 progênies avaliadas em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, no verão de 1977/1978 (MORO et al., 1981a). A BR 105 foi, por algumas décadas, a base do padrão heterótico duro utilizado pelos programas de desenvolvimento de híbridos no Brasil; b) CMS 28 - Tuxpeño Amarelo, sintético Tuxpeño formado a partir de segregação para grãos amarelos identificada em Tuxpeño 1 – Cimmyt; c) CMS 03, obtida a partir de Amarillo Cristalino-Cimmyt; d) CMS 04C, obtida da seleção recorrente na cultivar Amarillo Dentado-Cimmyt; e) BR 111, sintético de linhas S3, derivadas do Pool 21-Cimmyt; f) BR 112, sintético de linhas S3, derivadas do Pool 22-Cimmyt; g) CMS 14C, sintético obtido em 1982, com a recombinação de 90 progênies S2, selecionadas entre 1.100 progênies do Pool 25-Cimmyt. Desde sua formação, CMS 14C passou por seis ciclos de seleção recorrente em solos ácidos. Nos anos de 1990, CMS 14C revelou melhor padrão heterótico para cruzar com germoplasma Tuxpeño do que BR 105 (PARENTONI et al., 2001).

Um composto sintetizado na Embrapa Milho e Sorgo e que teve, talvez, o maior impacto entre todo o germoplasma gerado pelo programa de melhoramento no País foi a cultivar BR 106. Essa cultivar foi formada no início da década de 1980, fruto do cruzamento de cultivares de milho da raça Tuxpeño altas e tardias, mas muito adaptadas às condições brasileiras ('Maya', 'Dentado' 'Composto' e 'Centralmex'), cruzadas com uma cultivar Tuxpeño precoce e de porte muito baixo ('Tuxpeño 1'), originária do programa do Cimmyt. Nos anos de 1990, essa cultivar dominou o mercado de sementes de milho no Brasil, constituindo-se na principal fonte de sementes melhoradas para pequenos agricultores que produziam milho de Norte a Sul do País. Outra característica fundamental da 'BR 106' é sua alta capacidade de produzir linhagens superiores para serem utilizadas como parentais de híbridos. Estimativas feitas no final da década de 1990 indicaram que o uso de linhagens derivadas dessa cultivar em programas privados e públicos atingia, naquele período, cerca de 30 % de todos os híbridos comercializados.

Além da introdução, seleção recorrente e distribuição do germoplasma per se, a Embrapa se esforçou em agregar valor, por exemplo, determinando a sua classificação em grupos heteróticos distintos (PARENTONI et al., 2001) e distribuindo livremente essa informação estratégica para o direcionamento dos programas de obtenção de híbridos.

2) Estabelecimento de um modelo inovador de parceria público-privada entre a Embrapa e o setor nacional de sementes de milho.

Além de impactar a base genética dos programas, outra demanda foi apresentada ao programa de melhoramento da Embrapa no início dos anos de 1980. Havia, então, no País, um conjunto de pequenas empresas privadas de sementes, voltadas principalmente para a comercialização de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), de soja, de feijão e de cultivares de polinização e híbridos de milho, mas que não dispunham de programas próprios de pesquisa e desenvolvimento dessas cultivares. Durante esse período, o setor privado, fornecedor de cultivares de milho para o País, principalmente híbridos duplos, era constituído de um número relativamente pequeno de empresas, e cinco delas (Sementes Agrocere, Cargill, Braskalb Agropecuária Brasileira Ltda., Ciba-Geigy e Limagrain) representavam mais de 80 % do mercado. O sistema público de pesquisa, programas de híbridos do IAC e do Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro) da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul, que havia sido capaz de gerar cultivares para as pequenas empresas, estava em declínio. O cenário era de relativa estabilidade na área de pesquisa em genética e melhoramento entre essas empresas, com

pequeno número de novas cultivares sendo ofertadas anualmente. Nessa época, havia, na Embrapa, acentuado debate sobre a forma de atuação do programa de melhoramento de milho da Empresa em face do mercado, ficando as alternativas entre dedicar-se somente ao desenvolvimento de cultivares de polinização aberta ou iniciar um programa de desenvolvimento de híbridos, principalmente em consequência do declínio de outros programas públicos na área. Decidiu-se, então, que a Embrapa deveria atuar também na geração de híbridos de milho. Em 1987, a Empresa lançou comercialmente o primeiro híbrido duplo, denominado BR 201, e estabeleceu as bases de um programa de franquia com um grupo de empresas nacionais. O ‘BR 201’ era um híbrido moderno, de porte baixo, e trazia como características inovadoras alta adaptação a solos ácidos, característicos da região do Cerrado, e boa capacidade de responder à melhoria ambiental. No início da década de 1990, BR 201 chegou a ocupar uma área de 800 mil hectares, equivalente a 12 % da área cultivada com sementes melhoradas de milho no Brasil.

Essa parceria público-privada, na área de desenvolvimento e produção de híbridos de milho, teve vários reflexos importantes, podendo ser citados, como altamente positivos, os seguintes pontos: a) fortalecimento de pequenas e médias empresas nacionais produtoras de sementes, nos aspectos técnico, gerencial, financeiro e estrutural; b) estabelecimento de maior competitividade no mercado nacional de sementes de milho, principalmente quanto a preço, qualidade e assistência técnica; c) maior segurança e independência do País na geração de tecnologia, produção e comercialização de sementes de milho; d) oferta ao produtor rural de sementes de milho híbrido de alto potencial genético; e) rapidez no processo de transferência de tecnologia; f) atuação eficiente em assistência técnica nas etapas de ante e pós-venda, por meio de uma qualificada equipe de engenheiros-agrônomo e técnicos agrícolas nas empresas franqueadas; g) efetiva adoção da tecnologia, pela oferta de sementes e técnicas de plantio aos agricultores; h) descentralização da produção e distribuição de sementes, em decorrência da ramificação proporcionada pela localização diversificada das empresas que compõem o programa (aumento da capilaridade do sistema); i) extensa rede de vendedores e firmas representantes, com atuação em praticamente todas as regiões de interesse de mercado de milho híbrido, o que proporciona vantagem competitiva para as empresas e acesso dos agricultores ao produto; j) treinamento de técnicos e produtores; k) aumento da produtividade, produção de grãos e geração de impostos, bem como a criação de empregos diretos e indiretos; e l) captação de recursos financeiros, que reforçaram as atividades de pesquisa, difusão de tecnologia e controle de qualidade no processo de produção de sementes. Um aspecto negativo foi a redução, por certo período, na interação entre as empresas de sementes que não participavam do sistema de franquia e a

Embrapa, como se pode perceber pela redução no intercâmbio de material entre a Embrapa e esses setores, ocorrida de 1987 a 1992 (Fig. 1).

A partir de 1993, o interesse dessas empresas pelos novos ciclos de seleção dos materiais melhorados pela Embrapa e a implementação, na segunda metade da década de 1990, de programas do tipo “troca de testadores”, visando determinar o valor do germoplasma-elite da Embrapa para outros programas privados, mantiveram esse intercâmbio em níveis adequados. Com o advento das leis de propriedade intelectual no País no início dos anos 2000, ocorreu grande restrição no intercâmbio de material genético pela indefinição quanto às normas e aos procedimentos a serem adotados, assim como pelas indefinições em relação às leis de acesso ao patrimônio genético nacional.

Em continuidade ao programa de franquia estabelecido, foram lançados os híbridos duplos BR 205, BR 206, BRS 2110, BRS 2114, BRS 2160, BRS 2223 e BRS 2020 entre 1992 e 2004. Para atender ao mercado de alta tecnologia de produção, foram lançados, ao longo desse período, também os híbridos triplos BR 3123, BRS 3060, BRS 3101 e BRS 3150. Em 2001, a Embrapa lançou os híbridos simples BRS 1001 e BRS 1010, que aliavam tolerância a solos ácidos, alta resposta à melhoria do ambiente e eficiência no uso de fósforo, juntamente com características modernas de porte e ciclo, aliadas à excelente sanidade foliar. Até 2006, foram lançados, também, os híbridos simples BRS 1030, BRS 1031 e BRS 1035.

Formas alternativas para levar a semente melhorada ao agricultor vêm sendo também desenvolvidas na Embrapa Milho e Sorgo, a exemplo dos projetos de produção de sementes em comunidades rurais, em parceria com a Emater, que atingiram 15 mil comunidades rurais e cerca de 750 mil famílias de agricultores entre 1996 e 2002.

Um fator que modificou totalmente o equilíbrio do mercado de sementes de milho no Brasil foi a onda de fusões e aquisições de empresas de sementes nacionais e internacionais por grandes grupos ligados à área de químicos. Atualmente, cinco empresas (Pioneer-Du Pont, Monsanto, Syngenta, Dow e Bayer-Nidera) detêm mais de 90 % do mercado brasileiro. Esse fato, aliado ao início de programas próprios de desenvolvimento de híbridos por parte das empresas privadas de maior porte, que participam do sistema de licenciamento de híbridos da Embrapa, está levando o programa de melhoramento genético da Empresa a caminhar no sentido do estabelecimento de uma *Foundation Seed*, nos moldes da Holden's Foundation Seed Inc. nos Estados Unidos da América. Nesse modelo, o produto final da pesquisa pública a ser repassado ao setor privado deverá ser composto de linhagens e não sementes de híbridos/linhagens parentais, como vem sendo feito até o

momento. Um grande elemento de incerteza no cenário atual de empresas de sementes de milho híbrido é a possível liberação dos milhos transgênicos e os efeitos que uma oligopolização dos detentores dessa tecnologia poderia ter sobre todo o setor nacional de sementes. Essa é ainda uma pergunta sem resposta e que deve ser elemento-chave no destino da indústria nacional de sementes. O papel da Embrapa nesse novo cenário ainda não está claro e há a expectativa de que a Empresa tenha a mesma agilidade de se adaptar a diferentes situações, como tem ocorrido desde sua criação.

3) Estabelecimento de um programa inovador na área de adaptação de milho a estresses abióticos, incluindo tolerância à toxidez de alumínio, adaptação a solos ácidos e maior eficiência no uso de nutrientes como fósforo e nitrogênio.

A importância do trabalho de melhoramento para tolerância a estresses abióticos é enfatizada por Duvick (1996). Esse autor afirma que um dos fatores responsáveis por manter uma taxa de crescimento de 74 kg/ha.ano na média dos últimos 70 anos, nos Estados Unidos da América, foi o ganho obtido em adaptação a estresses abióticos (baixa fertilidade, seca e baixas ou altas temperaturas) nos programas de melhoramento norte-americanos, apesar de não se ter feita a seleção direta para essas características. Pode-se inferir, então, que, em áreas tropicais, onde a ocorrência de estresses abióticos é muito maior que em solos temperados, grande atenção deva ser dada ao melhoramento para essa condição.

O programa de adaptação de milho a estresses abióticos da Embrapa Milho e Sorgo tem sido focado em três componentes básicos: tolerância à toxidez de alumínio, eficiência no uso de fósforo e produção em ambientes ácidos e férteis. Mais recentemente, tiveram início programas de seleção para tolerância à seca e eficiência no uso de nitrogênio. Grande número de cultivares de polinização aberta, híbridos e linhagens de milho têm sido avaliados, tanto per se quanto em *top cross*, para tolerância ao alumínio, eficiência a fósforo e produção em solos ácidos e férteis.

O programa de melhoramento de milho para adaptação a solos ácidos da Embrapa Milho e Sorgo começou em 1975, mas, desde o início da década de 1960, existiam, no antigo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste (Ipeaco), trabalhos em fertilidade de solos e nutrição de plantas para solos do Cerrado (BAHIA FILHO et al., 1997). O primeiro passo no programa de adaptação a solos ácidos na Embrapa foi a identificação e a síntese de populações tolerantes a esse ambiente. Entre essas cultivares, destacaram-se a CMS 36 e a CMS 30. No fim dos anos de 1980, progênies S1 derivadas

dessa cultivar foram uma das fontes utilizadas na formação da cultivar tolerante a solos ácidos SA5, do programa do Cimmyt para solos ácidos, que se iniciou, nessa época, na base física do Ciat, na Colômbia. A cultivar CMS 30 - Composto Amplo foi sintetizada no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), com a recombinação de populações oriundas do Cimmyt, América Central e América do Sul. De 1975 a 1994, foram obtidos, na Embrapa Milho e Sorgo, 11 ciclos de seleção recorrente para peso de espigas, em solo ácido, nessa cultivar. Progênies S1 da ‘CMS 30’ foram uma das fontes utilizadas na formação da cultivar tolerante a solos ácidos SA4, do Cimmyt. Outras cultivares selecionadas para solos ácidos, na Embrapa Milho e Sorgo, foram CMS 14C e CMS 04C.

Uma questão importante no direcionamento do programa de solos ácidos foi verificar a possibilidade de associar alta produção em solos ácidos com a capacidade de resposta à melhoria ambiental de determinado genótipo. Estudos de avaliação em solos ácidos e férteis de cultivares e híbridos comerciais de milho realizados na década de 1980 (GAMA et al., 1986) indicaram que genótipos como a cultivar CMS 36, apesar de muito produtivos em solos ácidos (ELEUTÉRIO et al., 1988), mostravam baixa capacidade de resposta à melhoria do ambiente. Essa foi uma das razões da pouca utilização da cultivar CMS 36 como fonte de linhagens no programa de híbridos para solos ácidos da Embrapa. Já a cultivar CMS 14C associava médios níveis de produtividade em solo ácido (ELEUTÉRIO et al., 1988) com alta resposta à melhoria ambiental (GAMA et al., 1986). Essa cultivar vem sendo muito utilizada como fonte de linhagens no programa de adaptação de milho a solos ácidos da Embrapa (PARENTONI et al., 1999).

Uma das principais limitações ao crescimento de plantas no Cerrado são os altos níveis de saturação de alumínio no solo (FOY, 1992). Em geral, a calagem corrige a camada superficial, mas níveis médios a altos de acidez ainda são encontrados na camada subsuperficial (FARINA et al., 1988). Esse fato restringe o volume de solo passível de ser explorado pelo sistema radicular de genótipos suscetíveis, reduzindo sua capacidade de absorver água e nutrientes. No programa de adaptação a solos ácidos da Embrapa, a tolerância ao alumínio tem sido avaliada em solução nutritiva com 222 μM de Al^{+++} e solução controle sem Al^{+++} (MAGNAVACA et al., 1987). O critério de seleção utilizado tem sido comprimento relativo de raiz seminal (CRRS) ou, ainda, crescimento líquido de raiz seminal (CLRS). As principais conclusões, baseadas em grande número de ensaios, referentes à herança da tolerância à toxidez de alumínio em milho, usando avaliação em solução nutritiva, são: a) a tolerância ao alumínio em solução nutritiva é uma característica de alta

herdabilidade, especialmente ao nível de média de famílias; b) em milho, essa característica é quantitativa e deve ser controlada por poucos genes; c) a avaliação simultânea de linhagens per se e em cruzamentos dialélicos utilizando ensaios em solução nutritiva, envolvendo, ou não, o uso de avaliação em soluções-controle sem Al^{+++} , permitiu verificar que o uso de solução-controle aumenta a relação entre variância aditiva e não aditiva (fg/fs) quase cinco vezes, quando comparado a experimentos em que os genótipos são avaliados somente em solução contendo Al^{+++} . Dessa forma, o uso simultâneo de avaliações em solução com e sem Al^{+++} permite obter coeficientes de correlação relativamente altos entre avaliação per se das linhagens e a sua capacidade geral de combinação (PARENTONI et al., 2001); d) tem sido verificado que germoplasma com mais alta frequência de genótipos mais tolerantes ao alumínio ocorrem em maior frequência na raça de milho Cateto e mais baixa frequência tem sido observada em genótipos derivados de 'Tuxpeño' e 'Pool 25'; e) trabalhos conjuntos com outros países tropicais têm permitido identificar boas fontes de tolerância ao alumínio em genótipos oriundos do Quênia e de Camarões; f) populações F2 e F3 obtidas do cruzamento entre a linhagem tolerante Cateto 237/67 (L 1327) e a linhagem sensível L 53 foram utilizadas para o mapeamento de genes associados ao caráter tolerância ao alumínio; g) foram identificados cinco locos de caracteres quantitativos (QTLs), que explicaram 60 % da variância fenotípica do cruzamento (NIMANGO CARDENAS et al., 2003); e h) um conjunto de 150 linhas recombinantes F9, obtidas a partir do referido cruzamento, foram desenvolvidas e estão sendo utilizadas para mapeamento fino das regiões identificadas.

Deve-se ressaltar que tolerância à toxidez de alumínio é um dos inúmeros fatores relacionados com adaptação de milho a solos ácidos e, em geral, correlações entre produção de grãos em solo ácido e tolerância à toxidez de alumínio observadas no programa da Embrapa têm sido médias, da ordem de 0,5. Um trabalho pioneiro foi a avaliação de um dialelo entre cinco cultivares selecionadas para solo ácido (CMS 04C, CMS 14C, CMS 13, CMS 30 e CMS 36) em solução nutritiva com Al^{+++} (LOPES et al., 1987). As cultivares CMS 36 e CMS 30 mostraram os mais altos efeitos de capacidade geral de combinação para CRRS, indicando serem boas fontes de genes para o caráter. A cultivar CMS 36 tem sido utilizada mundialmente como fonte de tolerância à toxidez de alumínio em milho e adaptação a solos com alta acidez, apesar de não responder a melhoria ambiental.

Inicialmente, um grupo de mais de 2 mil linhagens S2, derivadas de 6.200 plantas S1, foram avaliadas per se em solos ácidos e férteis no programa de desenvolvimento de híbridos para solos ácidos (BAHIA FILHO et al., 1997). Um grupo de '429 S2' foi selecionado e cruzado com dois híbridos simples testadores. As melhores linhagens desse *top cross* foram utilizadas para

produção de híbridos duplos. Desses duplos, um grupo de híbridos foi reavaliado em solos ácidos e férteis e em solução nutritiva (MAGNAVACA et al., 1988). Foram identificados híbridos capazes de associar média e alta tolerância à toxidez de alumínio (solução nutritiva) com alta produção em solos ácidos e férteis, adaptabilidade ampla e estabilidade de produção. Um desses híbridos duplos foi lançado com o nome de BR 201. Nessa linha de híbridos adaptados a solos ácidos e férteis e com média a alta tolerância ao alumínio e eficiência no uso de fósforo, foram posteriormente lançados os híbridos BRS 3060, BRS 3150, BRS 1001 e BRS 1010 (PARENTONI et al., 2001).

Estudos em solos e nutrição mineral de plantas conduzidos na década de 1990 permitiram identificar, de forma mais coerente, algumas inter-relações existentes no ecossistema Cerrado e que afetam a nutrição mineral de fósforo e nitrogênio. Um sumário dos principais pontos de alguns destes estudos são: a) os solos do Cerrado têm baixa capacidade de retenção de água e a distribuição irregular de chuvas (veranicos) que ocorre nesse ecossistema leva a um cenário de repetidos ciclos de umedecimento e secagem durante a estação de crescimento da cultura; b) os Latossolos dessas áreas têm alta capacidade de fixação de fósforo e o solo é o grande competidor com a planta pelo fósforo disponível; c) pequenas reduções no conteúdo de água nesses solos (muito antes de atingir o ponto de murcha) reduzem drasticamente a disponibilidade de fósforo para a cultura, fenômeno que se torna mais importante com o aumento do teor de argila do solo (NOVAIS et al., 1999); d) ao contrário do observado em solos temperados ou em solos de boa fertilidade natural, a forma predominante de nitrogênio em Latossolo Vermelho-Escuro no Cerrado é amônio, em vez de nitrato (COELHO, 1995); e) plantas sob estresse de fósforo têm menor capacidade de absorver água (NOVAIS et al., 1999), afetando a absorção de nutrientes como o nitrogênio, por exemplo, via fluxo de massa; f) a absorção de nitrogênio em milho é drasticamente reduzida sob estresse de fósforo e esse efeito é mais pronunciado sobre a absorção de nitrato do que sobre a absorção de amônio (MAGALHÃES et al., 1996). Esses fatos apontam que restrições na absorção de fósforo devem provocar um efeito cascata que pode interferir profundamente na adaptação de plantas a solos ácidos, evidenciando a grande importância desse nutriente na adaptação ao complexo constituído pelos solos ácidos.

Baligar e Fageria (2001) compararam a eficiência do uso de nitrogênio, fósforo e potássio em diferentes culturas. Os autores relatam que, para o nitrogênio, os valores encontrados foram geralmente inferiores a 50 %; para potássio foram de cerca de 40 %; e para fósforo chegaram, em alguns casos, a cerca de 10 %, indicando a importância de estudos visando melhorar a eficiência no uso de fósforo em plantas cultivadas. Um problema nesses estudos é que esse

nutriente se movimenta no solo por difusão e não via fluxo de massa, como ocorre com o nitrogênio e o potássio. Por esse motivo, não existem, até o momento, métodos de seleção em solução nutritiva que simulem exatamente o que acontece no solo e, em geral, baixa correlação tem sido verificada entre dados obtidos em solução nutritiva com aqueles obtidos em ensaios conduzidos em solo (ROMER; SCHENK, 1998). Outro fator a ser considerado em ensaios de avaliação de eficiência a fósforo utilizando plântulas é que o fósforo contido na semente tem grande influência nos resultados e esse problema pode não ser minimizado, mesmo quando se removem os restos do endosperma logo após a germinação (ALVES et al., 1988).

No programa de seleção para eficiência no uso de fósforo conduzido na Embrapa, as avaliações de eficiência e responsividade têm sido realizadas em Latossolo Vermelho-Escuro com pH próximo de 5, onde os genótipos são cultivados até a maturação fisiológica, simultaneamente, em áreas com baixos níveis de fósforo (2 mg/kg a 5 mg/kg) e áreas com alto fósforo (15 mg/kg ou mais). O critério de seleção utilizado tem sido a produção de espigas ou de grãos nos dois níveis de fósforo e “eficiência” tem sido definida como a capacidade de o genótipo produzir sob baixo fósforo no solo, ao passo que “responsividade” é definida como o aumento de produção no ambiente sob alto nível de fósforo, em relação ao ambiente sob nível baixo de fósforo. Grande número de híbridos simples tem sido avaliado nesses ambientes e a frequência com que determinadas linhagens parentais aparecem em híbridos simples eficientes ou ineficientes tem sido determinada. Essas linhagens são avaliadas per se e em cruzamentos dialélicos sob alto e baixo nível de fósforo no solo.

As conclusões mais importantes, baseadas em diversos estudos de eficiência no uso de fósforo em genótipos de milho conduzidos são: a) a variabilidade espacial de níveis de fósforo observada em sítios de avaliação pode ser mais bem controlada não só com o uso adequado dos princípios básicos de experimentação, mas também com o auxílio de técnicas como *Global Positioning System* (GPS) e *Geographic Information System* (GIS); b) redução média de produção, em torno de 45 %, tem sido observada entre os níveis altos e baixos de fósforo no solo utilizados nesses estudos, e redução de produção entre níveis de fósforo no solo variando de menos de 10 % até 90 % tem sido observada em diferentes genótipos; c) estudos dialélicos têm mostrado que os efeitos não-aditivos são superiores aos aditivos no controle da eficiência no uso de fósforo em milho (PARENTONI et al., 2000); d) híbridos de milho com diferentes níveis de eficiência e responsividade têm sido identificados; e) parte dos genótipos eficientes no uso de fósforo identificados pelo programa tem sido avaliada em solos com baixo nível de fósforo, no Quênia, mostrando boa adaptação nesses ambientes; f) foram desenvolvidos híbridos comerciais

com alta eficiência no uso de fósforo, como o BRS 3060 e o BRS 1010. Esses híbridos eficientes a fósforo têm mostrado também boa estabilidade de produção em ensaios conduzidos em diversos ambientes; g) um grupo de 160 linhagens recombinantes F8 foi obtido a partir do cruzamento de uma linhagem eficiente no uso de fósforo (L3) e uma linhagem ineficiente (L22) e essas linhagens estão sendo utilizadas para o mapeamento de genes associados a esse caráter em milho.

O programa de adaptação de milho a estresses abióticos conduzido na Embrapa tem contribuído, nas últimas décadas, não só para a geração de cultivares mais adaptadas aos solos tropicais, tolerantes a alumínio e eficientes no uso de fósforo, mas também como linha de pesquisa importante para trabalhos conjuntos com diversas instituições do País e do exterior. Pela semelhança de ambientes entre o Cerrado e algumas regiões da África (como, por exemplo, as áreas de solos ácidos do Quênia, Uganda e Tanzânia, as savanas da África do Sul e mesmo solos ácidos sob floresta equatorial de Camarões), programas conjuntos de transferência de germoplasma e de tecnologia de seleção para adaptação a solos ácidos e eficiência no uso de fósforo têm sido feitos entre o Brasil e esses países, via financiamento por organismos internacionais, como a Comunidade Econômica Européia, a Fundação Rockefeller e a Fundação Mcknight.

Considerações finais

O programa de melhoramento de milho da Embrapa, nas últimas três décadas, deu importantes contribuições para o País, incluindo: mudança da base genética utilizada; inovação na implementação de novas formas de relacionamento entre o setor público e o privado, via projeto de franquia/licenciamento de cultivares, permitindo a sobrevivência de todo o setor privado nacional; criação de uma rede multidisciplinar e multiinstitucional, visando trabalhar o problema de adaptação a solos ácidos e eficiência no uso de nutrientes em milho, gerando, como produtos, metodologias de seleção, cultivares e até produtos biotecnológicos, como a clonagem de um gene de tolerância ao alumínio; transferência dessa tecnologia para outros países, principalmente da África, mediante financiamento de organismos internacionais; e, apesar de estreita colaboração com programas internacionais como o do Cimmyt e com programas nacionais de vários países, que tiveram vital importância no acesso a novos germoplasmas e conhecimento, o programa tentou manter sempre uma linha independente de atuação e assegurar a continuidade em seus objetivos de pesquisa de longo prazo. Espera-se que esse trabalho inovador tenha seqüência neste novo cenário, bem mais complexo que aquele existente até final dos anos de

1990, que envolve, hoje, o domínio do mercado de sementes por grandes empresas multinacionais ligadas ao setor de químicos, tendência de oligopolização da pesquisa em biologia molecular, incluindo a transgenia, e um ambiente restritivo ao intercâmbio de materiais, em razão das leis de propriedade intelectual.

Componentes de inovação relacionados ao melhoramento genético de sorgo (1970 a 2006)

Por meio do Ministério da Agricultura, em 1972, foi iniciado o Programa Nacional de Sorgo, o qual, em 1975, foi incorporado à missão do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Embrapa, a Embrapa Milho e Sorgo, localizada na margem oriental do Cerrado. Na época, o sorgo era uma nova cultura no País e o desenvolvimento de híbridos altamente produtivos e estáveis foi buscado por meio de genótipos mais resistentes a estresses bióticos e mais responsivos a melhorias na fertilidade do solo. Este enfoque tem sido eficaz no aumento da produtividade de culturas, especialmente em ambientes de clima temperado. Todavia, no caso do sorgo para cultivo no Brasil, mais especialmente na Região Centro-Oeste, logo se percebeu que a fertilidade do solo, estresse abiótico característico das savanas ácidas do Brasil, o Cerrado, eram muito mais restritivos que os estresses bióticos típicos da cultura. Os solos do Cerrado vêm sendo degradados há milhões de anos e são caracterizados por baixa fertilidade, baixo pH, baixos níveis de fósforo, alta capacidade de adsorção (fixação) de fósforo e níveis tóxicos de alumínio.

Um grupo de pesquisa multidisciplinar e multiinstitucional foi estabelecido para fazer frente ao desafio de desenvolver cultivares de sorgo para o Cerrado. Inicialmente, os progressos foram lentos, mas, com o tempo, foram desenvolvidos sistemas de produção que permitiram melhorar a produtividade e a estabilidade da cultura. Recursos genéticos com tolerância à toxidez de alumínio e melhor eficiência na aquisição de fósforo do solo foram identificados, os quais, associados com modernas técnicas de manejo da fertilidade e sistemas de produção, vêm sendo utilizados para alcançar maior produtividade e sustentabilidade no cultivo de sorgo no País.

No início dos anos de 1970, começou o trabalho de busca de germoplasma com tolerância à toxidez de alumínio em áreas não corrigidas, com baixo pH e alta saturação de alumínio, normalmente acima de 40 %. As primeiras fontes foram incorporadas ao Programa de Melhoramento de Sorgo, mas os progressos foram lentos em razão da necessidade de realização de testes de campo. Assim, nos anos 1980, foi desenvolvida metodologia de avaliação em solução nutritiva

para acelerar o progresso no desenvolvimento de novas linhagens e cultivares. Adicionalmente, linhas isogênicas A e B (macho-estéreis) e linhas R (linhas restauradoras), com tolerância e suscetibilidade ao alumínio tóxico, vêm sendo utilizadas para criar híbridos isogênicos, os quais estão sendo testados a campo. De posse dos resultados dessas avaliações, os dados obtidos serão utilizados para correlacionar as avaliações relativas ao alumínio com os resultados de produtividade alcançados a campo.

Os mecanismos envolvidos e a herança genética da tolerância à toxidez de alumínio em sorgo passaram a ser mais bem entendidos, com os resultados de pesquisa obtidos indicando que o principal mecanismo de tolerância relacionado ao sorgo é a exsudação de ácidos orgânicos na rizosfera, principalmente o citrato, que irão detoxificar o alumínio via quelação. Nesse contexto, recentemente, foi clonado um gene de tolerância à toxidez de alumínio em sorgo (MAGALHÃES et al., 2007), um gene transportador de citrato, e um protocolo para, em dois anos, incorporar tolerância ao alumínio em linhagens-elite, via seleção assistida por marcador molecular (MAS), vem sendo utilizado no Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa. O MAS é empregado para piramidar genes de interesse, permitindo, assim, a criação de cultivares de sorgo com tolerância a estresses abióticos e também bióticos (Fig. 2 e Tabela 3).

Todavia, apenas a tolerância ao alumínio não garante bom desempenho dos genótipos de sorgo no Cerrado, mesmo com a correção da acidez do solo pela calagem das camadas superficiais do solo. Outros fatores, como a acidez do subsolo e a eficiência na aquisição de fósforo, são também importantes. Assim, ao longo dos anos, as recomendações para manejo do fósforo têm sido ajustadas em função das condições de solo e dos recursos genéticos utilizados. E, oferecendo maior flexibilidade e opções, as recomendações relativas ao manejo do sorgo abrangem uma mistura complexa de cultivos anuais, envolvendo tanto cereais como leguminosas, e também pastagens, assim como Sistema Plantio Direto (SPD), que desempenha papel de destaque na conservação de recursos naturais.

Melhor entendimento de alguns dos mecanismos envolvidos na aquisição e utilização eficiente de fósforo pelas plantas de sorgo vem sendo buscado pela pesquisa realizada no País. Diferenças genéticas têm sido evidenciadas para o caráter em solos do Cerrado, tanto para o sorgo como para o milho e outras culturas, e a realização de seleção de plantas em campos de avaliação para fósforo tem levado ao desenvolvimento de cultivares com maior eficiência na aquisição do nutriente. Aparentemente, as plantas mais eficientes têm a habilidade de modificar a disponibilidade ou aquisição (transferência do solo para a planta através da membrana) de fosfato na rizosfera. Assim, acredita-se que sinalização da raiz da planta para a micorriza pode ser um dos mecanismos a ser explorado para obter maior eficiência na aquisição de fósforo em sorgo, assim como em milho.

Fotos: Robert Eugene Shaffert



Fig. 2. Procedimento não-destrutivo para, em seis gerações e dois anos, incorporar tolerância ao alumínio em linhas-élites de sorgo conduzidas em casa de vegetação, empregando o desenvolvimento radicular de plântulas em solução nutritiva como ferramenta de seleção de genótipos tolerantes. Por meio desta técnica, genes de interesse estão sendo piramidados em genótipos-elite *multiple stress*.

Tabela 3. Seleção recorrente para tolerância ao alumínio.

	Progenitor recorrente suscetível	x	Fonte tolerante
Geração de cruzamento	tt	x	TT
F ₁		Tt	
BC ₁	tt	x	Tt
BC ₁ F ₁		1/2 Tt	1/2 tt ⁽¹⁾
BC ₂	tt	x	Tt
BC ₂ F ₁		1/2 Tt	1/2 tt ⁽¹⁾
BC ₄ F ₁		1/2 Tt	1/2 tt ⁽¹⁾
BC ₄ F ₂		1/4 TT	1/2 Tt ⁽¹⁾ 1/4 tt ⁽¹⁾
BC ₄ F ₃	100 % TT e 97 % igual ao progenitor recorrente		

⁽¹⁾ Eliminado em solução nutritiva.

Finalmente, o desenvolvimento de sítios uniformes de avaliação a campo (Fig. 3) da tolerância à toxidez de alumínio, eficiência na aquisição de fósforo, eficiência no uso do nitrogênio e tolerância à seca têm sido os principais determinantes do sucesso do Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa. A identificação e análise de fatores moleculares e fisiológicos associados à tolerância ao alumínio e eficiência ao fósforo, o entendimento da regulação da expressão gênica controlando esses fatores, assim como a utilização de informação oriunda de estudos genômicos certamente contribuirão para o aumento na eficiência de seleção de genótipos no melhoramento de sorgo da Embrapa.

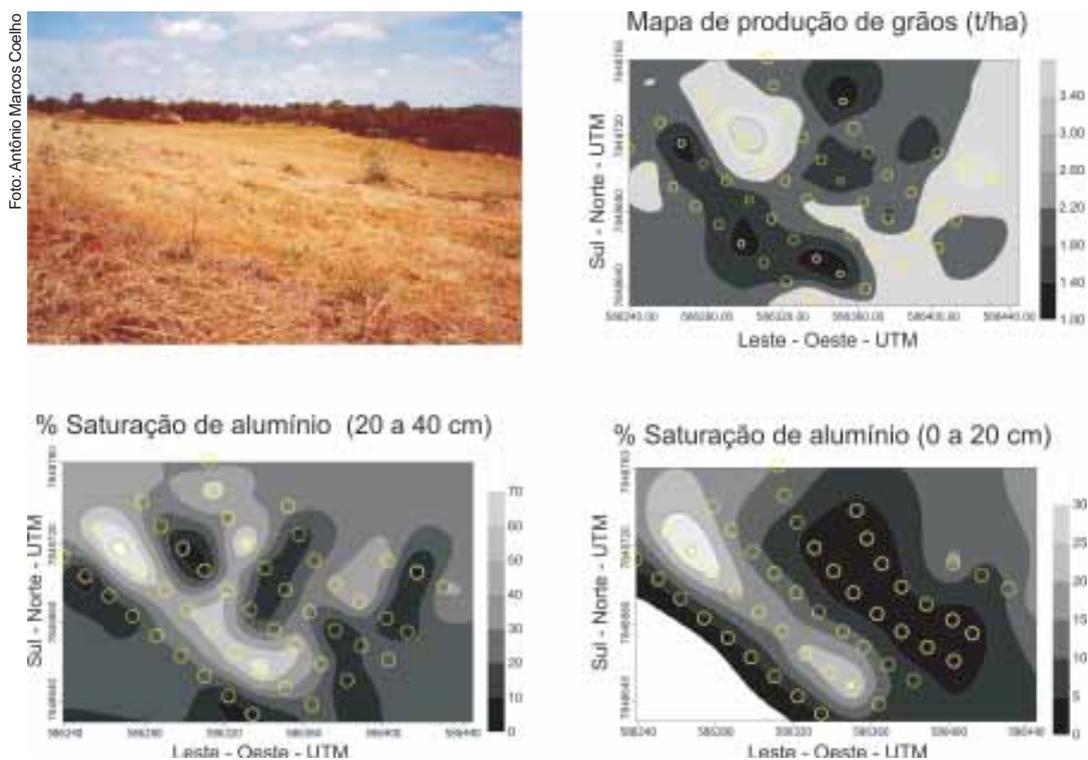


Fig. 3. A Geoestatística foi empregada para analisar a estrutura espacial das propriedades do solo e o rendimento de grãos visando ao estabelecimento de um sítio de fenotipagem para avaliar germoplasma, progênies e cultivares quanto à tolerância ao alumínio e maior eficiência na aquisição de fósforo.

Avanços em sistemas de produção de milho no Brasil

Ao lado do desenvolvimento da genética tropical, considerável esforço de pesquisa foi despendido na identificação das limitações edafoclimáticas e na geração de tecnologias de superação e escape associadas a sistemas de produção inovadores.

Os solos da região central do Brasil são constituídos, predominantemente, por oxissolos ácidos, com alta capacidade de fixação de fósforo, baixos níveis de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, boro, cobre e níveis médios a altos de matéria orgânica (LOPES; COX, 1977). Esses solos apresentam, ainda, baixa capacidade de retenção de água, mesmo quando argilosos, além de acidez subsuperficial, o que agrava a deficiência de água quando ocorrem veranicos, pela barreira química à penetração de raízes. Ao longo de vários anos de pesquisa, foram desenvolvidos sistemas de recomendação de fertilizantes, além de sistemas de manejo da fertilidade, o que inclui tecnologias de correção de acidez subsuperficial, correção de deficiência de fósforo, potássio e micronutrientes (GOEDERT, 1987; SANTANA et al., 1998). Adicionalmente, uma rede de pesquisa multiinstitucional foi estabelecida para o desenvolvimento de um sistema de zoneamento de risco climático, o que permitiu apontar, no âmbito municipal, as épocas mais indicadas para o plantio das principais culturas associadas ao menor risco, em três texturas de solo (SANS; GUIMARÃES, 2006).

O crescimento da produtividade de milho, nas principais regiões produtoras do País, especialmente desde a metade do século 20, foi consequência da utilização de sementes híbridas com maior potencial de rendimento, maior uso de fertilizantes e defensivos, melhoria no arranjo espacial de plantas (espaçamento e densidade), máquinas agrícolas mais eficientes e adoção do sistema plantio direto na palha. A adoção conjunta de cultivares melhoradas e de insumos e técnicas de cultivos adequados fez com que o rendimento das lavouras crescesse progressivamente, conforme sintetizado na Tabela 4.

A grande mudança ocorrida na arquitetura das plantas, consequência do abaixamento do porte, maior proporção de grãos em relação à matéria seca no colmo e abaixamento da inserção da espiga, resultou em plantas mais eficientes, mais produtivas, com menor percentagem de acamamento e adaptadas à colheita mecânica. Já o desenvolvimento de genótipos eficientes e responsivos a melhorias de ambiente tornou possível a mudança de patamar de produtividade das cultivares lançadas pela indústria de sementes.

Nos últimos anos, tem-se verificado crescente aumento da disponibilidade de híbridos simples no mercado (Tabela 5), que, na safra 2006/2007, representou 44 % das cultivares disponíveis. Os híbridos triplos e simples somados representaram 68 % do mercado. Deve ser enfatizado que a cultura do milho, no Brasil, apresenta uma taxa de utilização de sementes de 85 % (ANUÁRIO ABRASEM, 2006).

Essa mesma tendência é verificada quando se analisa a quantidade de semente utilizada (Tabela 6).

Tabela 4. Principais inovações tecnológicas associadas a lavouras de milho de alta produtividade, por décadas, no Brasil.

Período (década)	Produtividade (t/ha)	Principais inovações tecnológicas adotadas nas lavouras
2000	12	Densidade de até 70 mil plantas/ha e 0,50 m de distância entre linhas. Híbridos simples, com maior potencial produtivo e responsivos à adubação química. Rígida adequação da época de semeadura e de sistemas de rotação e sucessão de culturas. Maquinário agrícola de alta eficiência. Sistema Plantio Direto
1990	10	Híbridos triplos e simples de ciclo curto e tolerantes a maiores densidades (60 mil a 70 mil plantas/ha). Distância entre linhas de 0,70 m. Rotações culturais. Uso intenso de fertilizantes químicos, em especial o nitrogenado. Adequação da época de semeadura. Maquinário agrícola de alta eficiência e precisão
1980	7,0 a 8,0	Híbridos de ciclo curto e tolerantes a maior densidade. Aumento da fertilidade do solo; redução do espaçamento entre fileiras para 0,90 m e densidade de 60 mil plantas/ha. Rotação de culturas e Sistema Plantio Direto
1970	6,0 a 7,0	Início do sistema plantio direto; densidade de até 55 mil plantas/ha; herbicidas mais eficientes. Híbridos duplos mais tolerantes ao aumento da densidade. Primeiras rotações de cultura. Uso de adubação química
1950 e 1960	4,0 a 5,0	Entrada dos híbridos duplos. Aumento da densidade para 45 mil plantas/ha. Início da mecanização. Cultivo sem consórcio. Início do uso de adubos
1940	3,0 a 3,5	Populações sintéticas. Aumento da densidade para 30 mil a 40 mil plantas/ha
1930 e 1940	2,0 a 2,5	Introdução de populações (Asteca, Caiano e populações crioulas selecionadas)
Século 19	1,0 a 1,5	Populações crioulas (em geral, em consórcios). Densidade de 20 mil plantas/ha

Fonte: Adaptado de Mundstock e Silva (2006).

Tabela 5. Distribuição percentual do número de cultivares de milho disponíveis nas safras 2002/2003 a 2006/2007.

Tipo	Safrá (%)				
	2002/ 2003	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007
Híbridos simples	34,8	35,7	37,6	40,0	44,0
Híbridos triplos	31,3	29,7	28,4	25,3	24,0
Híbridos duplos	20,5	22,4	22,7	22,3	20,7
Milho variedade	13,4	12,2	11,3	12,4	11,3
Quantidade					
Total de cultivares	207	233	230	237	275
Eliminadas	13	9	35	22	5
Novas	25	35	32	29	43

Fonte: Cruz e Pereira Filho (2006a).

Comparando a safra de 1996/1997 com a de 2004/2005, verifica-se que o milho híbrido simples, em 1996/1997, representava 13,71 % da área plantada no País, enquanto o triplo era 31,48 % e o milho variedade, 9,44 %. Esses valores foram se modificando e, no ano agrícola 2004/2005, o híbrido simples alcançou mais de 43 % da área plantada, com um aumento de 30 % em relação à safra 1996/1997. A participação da semente de variedade reduziu sua participação para 2,8 % da área plantada. Tal situação confirma o reconhecimento por parte do agricultor dos benefícios da semente de maior potencial produtivo. Essa tendência foi também verificada no plantio da safrinha, na qual, no mesmo período, a utilização de sementes de milho híbrido simples aumentou até 40 % e as variedades diminuíram, de praticamente 8 %, em 2000/2001, para menos de 1 %, em 2004/2005. Essa situação pode ser explicada, pois, de acordo com Mundstock e Silva (2006), a evolução da melhoria genética evidencia que, potencialmente, houve ganho genético com o passar do tempo, e esse ganho é expresso mesmo em condições de baixo nível de manejo, contrariando um conceito generalizado de que, sob condições de estresse, as variedades seriam mais indicadas que os híbridos.

Com relação ao ciclo das plantas, há predominância das cultivares precoces (60 % na safra e 57 % na safrinha). Na safra, as cultivares superprecoces representam pouco mais de 20 %, sem mudança nos últimos anos. Porém, na safrinha, a utilização de materiais superprecoces é superior a 30 %. Essa tendência de maior utilização de cultivares superprecoces na safrinha, em relação à safra, deve-se ao risco com seca ou frio no final do ciclo em determinadas regiões (PESKE; LEVIEN, 2006).

Tabela 6. Porcentagem dos diferentes tipos de sementes de cultivares de milho vendidas no Brasil.

Tipo	Safrá									
	1996/ 1997	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004	2004/ 2005	
Híbridos simples	13,71	14,63	20,39	27,94	30,16	33,70	36,60	41,70	43,60	
Híbrido triplo	31,48	30,65	27,62	25,00	27,20	24,62	26,90	25,20	23,20	
Híbrido duplo	45,37	46,87	42,81	38,66	34,20	34,21	30,60	29,00	30,40	
Milho variedade	9,44	7,85	9,18	8,40	8,44	7,47	5,90	4,10	2,80	

Fonte: Associação Paulista dos Produtores de Sementes (APPS).

Outro importante componente do sistema de produção, que tem apresentado grande evolução (Tabela 4), é a densidade de sementeira, a qual resulta da cultivar, da disponibilidade hídrica e de nutrientes. De acordo com Mundstock e Silva (2006), os fatores básicos de produtividade são a utilização máxima da radiação solar, combinada com a temperatura e a disponibilidade hídrica adequada. Para isso, é necessária a adoção de altas densidades de plantas, a fim de obter área foliar adequada para captar rapidamente a radiação incidente e mantê-la por longo período após o espigamento. O uso de alta densidade de plantas só é indicado se o híbrido tolera alta competição entre plantas e consegue emitir espiga e produzir grãos. Esses aspectos morfofisiológicos da planta foram as características que mais se modificaram na última geração de híbridos. De maneira geral, elas já vinham sendo modificadas ao longo do tempo, o que permitiu o aumento na densidade de plantas. No entanto, além de maior tolerância à competição entre plantas, observou-se que houve, também, a incorporação de boa capacidade produtiva em situações em que a lavoura é submetida a outros tipos de estresses, como de água ou de nutrientes.

Embora espaçamento mais reduzido e maiores densidades de plantio sejam práticas estudadas há décadas, com resultados promissores, a adoção tanto do aumento da densidade quanto da redução do espaçamento foi baixa. Entretanto, nos últimos anos, após o desenvolvimento de novos híbridos, de menor porte e ciclo e, sobretudo, de colhedoras apropriadas para espaçamento mais estreito, a adoção do aumento de população e do espaçamento reduzido tem tomado novo impulso, tanto na safra quanto na safrinha.

As faixas de densidades mais frequentemente recomendadas para os híbridos duplos variam de 45 mil a 55 mil plantas/ha, havendo casos de recomendação de até 65 mil plantas/ha. Para os híbridos triplos e simples, é freqüente a densidade de 50 mil a 60 mil plantas/ha, ocorrendo recomendações de até 80 mil plantas/ha. Deve ser ressaltado, entretanto, que apenas 23 das 275 cultivares comercializadas na safra 2006/2007 são recomendadas com densidades de plantio igual ou maior do que 70 mil plantas/ha (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2006b). A maioria das empresas já está recomendando densidades de plantio de conformidade com a região, a altitude e a época de plantio. Além disso, já existem empresas recomendando a densidade de acordo com o espaçamento, o que representa uma evolução. Dados de pesquisa mostram vantagens do espaçamento reduzido (45 cm a 50 cm entre fileiras) comparado ao espaçamento convencional (80 cm a 90 cm), especialmente quando se utilizam densidades de plantio mais elevadas, conforme exemplificado na Fig. 4. A vantagem dessa situação é a rápida cobertura do solo, com melhor aproveitamento da radiação solar e menor perda de água. Essa vantagem só é obtida em situações de alto rendimento, quando o uso da radiação solar é fator limitante.

Com o desenvolvimento das tecnologias de agricultura de precisão, é possível manejar a variabilidade das áreas de produção a níveis de escala muito menores que os empregados no passado. As modernas semeadoras podem

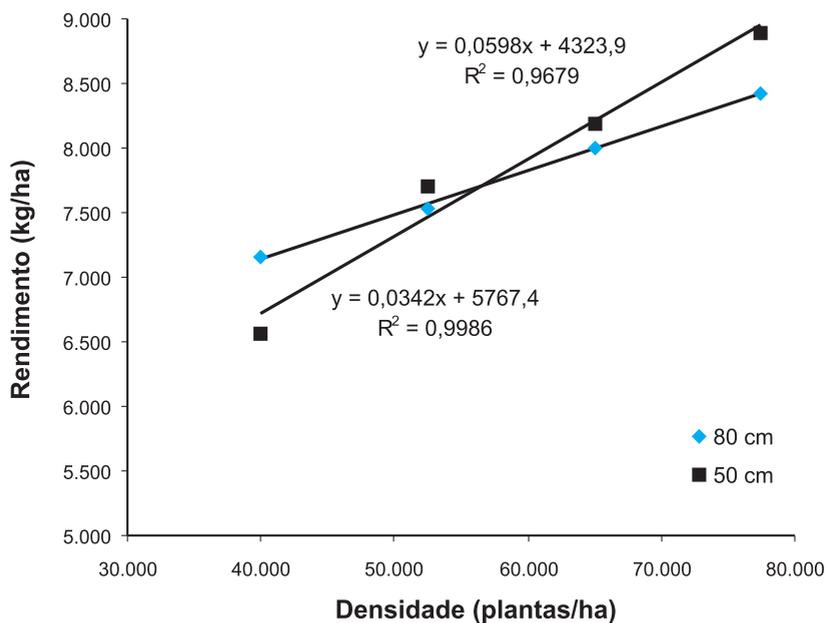


Fig. 4. Variação no rendimento de grãos de milho em função da densidade de plantas, em dois espaçamentos entre fileiras. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais. Safra 2002/2003.

ser equipadas para variar a quantidade de sementes e, assim, a população de plantas pode ser alterada no campo de acordo com as necessidades, como tipo de solo, cultivares etc. Colhedoras equipadas com monitores de colheita e GPS possibilitam a obtenção de mapas de variabilidade na produção e, conseqüentemente, o delineamento de zonas de manejo.

Em paralelo ao progresso do melhoramento genético, parte dos ganhos de produtividade deve-se à melhoria na qualidade dos solos, visando à produção sustentada. Essa melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas; o plantio direto na palha; e o manejo da fertilidade por meio da calagem, da gessagem e da adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (esterços, compostos, adubação verde, etc.).

Deve ser considerado o aumento da quantidade de fertilizante aplicada, resultado das tecnologias desenvolvidas de recomendação e manejo de fertilizantes, e da sua transferência por organizações públicas e privadas para o setor produtivo. O consumo médio de nutrientes, em uma década (1996–2005), situou-se em 151 kg/ha, com predominância do fósforo sobre o nitrogênio e o potássio, resultado dos níveis baixo a médio daquele nutriente nos solos brasileiros. A comparação da quantidade aplicada em 1996 (111 kg/ha) com a praticada em 2005 (191 kg/ha) evidencia o acréscimo ocorrido no consumo de nutrientes da ordem de 72,1 % (informação verbal¹).

Nos últimos anos, tem-se verificado aumento acentuado na ocorrência de pragas e doenças na cultura do milho, existindo situações em que o controle químico de doenças já é econômico. Trabalhos de monitoramento de doenças realizados pela Embrapa Milho e Sorgo e pelo setor privado têm demonstrado que a mancha-branca (*Pantoea* sp.), a cercosporiose (*Cercospora zeaе-maydi* Tehon & Daniels), a ferrugem-polissora (*Puccinia polysora* Underw.), a ferrugem-tropical [*Physopella zeaе* (Mains) Cummins & Ramachar], a ferrugem-comum (*Puccinia sorghi* Schwein.), a helmintosporiose [*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs] e os enfezamentos pálido (“*Corn stunt Spiroplasma*”) e vermelho (“*Bushy stunt Phytoplasma*”) estão entre as principais doenças da cultura do milho no momento. A importância de cada uma é variável de ano para ano e de região para região, de sorte que não é possível afirmar qual delas é de maior importância. Além das doenças mencionadas, novos desafios têm surgido ao longo dos últimos anos, como o aumento na severidade da antracnose foliar, em algumas regiões e a ocorrência de podridões de colmo e espiga causadas por *Stenocarpella maydis* (Berk.) B. Sutton e *S. macrospora* (Earle) B. Sutton, antes, mais comuns em áreas da Região Sul do País e em algumas áreas do Centro-Oeste (CASELA et al., 2006).

¹ Comunicação pessoal feita por Antônio Marcos Coelho, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, em 2007.

Estão disponíveis, no mercado, híbridos que apresentam diferentes graus de resistência para diferentes doenças, mas não para todas. Para algumas doenças foliares causadas por fungos, há trabalhos comprovando a viabilidade e a eficiência do controle químico, podendo, assim, fazer parte do sistema de manejo da cultura (PINTO et al., 2006).

Em levantamento realizado no sudoeste goiano no final de 2005, visando caracterizar os sistemas de produção de milho safrinha, constatou-se que a maioria dos agricultores que planta até o mês de fevereiro, portanto dentro da época de menor risco de frustração de safra, já utiliza, sistematicamente, a aplicação de fungicida, mesmo quando a cultivar plantada apresenta boa resistência a doenças. Provavelmente, a disponibilidade de pulverizadores autopropelidos, além da aviação agrícola, que permite a aplicação de fungicida no preflorescimento do milho, tenha viabilizado essa prática, essencial na região pela alta ocorrência de doenças, em especial a cercosporiose. Segundo relatos de técnicos da região, o custo da aplicação de fungicidas na safrinha de 2005 variou de quatro a sete sacos de milho por hectare, e o controle das doenças foliares apresentou retorno de 10 a 12 sacos de milho por hectare, já descontados os gastos com a aplicação do fungicida. Além disso, resultados experimentais obtidos pela Associação dos Produtores de Grãos de Mineiros (APGM) (informação pessoal) confirmam os dados de pesquisas já existentes.

Verifica-se que os programas de melhoramento das empresas de sementes foram efetivos ao desenvolver cultivares resistentes às doenças e que, em situação em que é inviável a aplicação de fungicidas, existem cultivares resistentes que podem ser plantadas. Quando essa prática é viável, algumas cultivares de alto potencial produtivo, mesmo não apresentando grande resistência, passam a ser competitivas, justificando, economicamente, a aplicação de fungicidas. Salienta-se que, embora esses resultados sejam oriundos de apenas uma safra, foram obtidos em região de alta incidência e severidade de doenças, especialmente cercosporiose. A aplicação de fungicidas nas 37 cultivares avaliadas promoveu aumento médio de 28 sacos de grãos de milho por hectare.

As pragas da cultura do milho têm sido fator limitante ao aumento da produtividade ou lucratividade do agricultor. A importância dessas pragas tem sido anotada por levantamentos sistemáticos realizados em diferentes regiões produtoras. No Brasil, os prejuízos ultrapassam R\$ 2 milhões a cada ano agrícola, mesmo com a utilização de alguma medida de controle, na maioria dos casos baseada no uso de inseticidas químicos. A diversificação de sistemas de produção, como o plantio do milho em consorciação com forrageiras em sistemas de integração de lavoura–pecuária (ILP), a ampliação da área de safrinha e do sistema plantio direto, têm contribuído para a maior ocorrência

de pragas subterrâneas e pragas que atacam a lavoura em sua fase inicial. Como consequência, a aplicação de inseticidas para o controle dessas pragas tem aumentado, tanto em tratamento de sementes como em aplicação no sulco de plantio, e mesmo em aplicação antes do plantio do milho, quando é feita a dessecação de culturas de cobertura no SPD. Deve-se ressaltar que, na venda de inseticidas para o tratamento de sementes, o milho foi a cultura que representou maior valor de faturamento do segmento, representando, em 2000, 57 %, seguido do algodão (*Gossipium spp.*) (19,3 %), do arroz (6,6 %), do feijão (6,5 %), da soja (6,4 %) e do trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) (4,0 %) (FERREIRA et al., 2002).

É comum a utilização de produtos químicos em praticamente todas as regiões produtoras de milho, cujo número de aplicações pode chegar, rotineiramente, a três ou, em casos extremos, a dez. Para complicar a situação, a utilização desses produtos químicos, que, de maneira geral, são dirigidos para a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), sem dúvida, a principal praga do milho nas Américas (embora também de importância crescente em arroz, sorgo e algodão no Brasil) tem provocado o aparecimento de populações resistentes a diferentes grupos de inseticidas. A lagarta-do-cartucho, embora considerada polífaga e severa, tem como hospedeiro preferencial a cultura de milho, danificando, total ou parcialmente, suas plantas, ocasionando perdas do plantio à colheita. Essa praga pode ocasionar perdas nos rendimentos da cultura, que variam de 15 % a 50 % (CRUZ et al., 1999; FIGUEIREDO, 2004). Na produção de silagem de milho essa perda foi de 52,73 % da matéria seca, por causa da redução do número de plantas na colheita e da área foliar removida (FIGUEIREDO, 2004).

No entanto, com o passar do tempo e com o uso sem parcimônia e sem técnica, começaram a aparecer os primeiros problemas nas áreas onde usualmente se faziam aplicações. O controle, que antes era total, não foi mais alcançado. Sabe-se, hoje, que a má aplicação de produtos químicos fatalmente levará ao desequilíbrio ecológico. A população da praga pode ressurgir com maior intensidade, principalmente pela eliminação ou redução drástica de agentes de controle biológico natural, ou até mesmo pelo aparecimento de insetos resistentes ao produto aplicado. Esse fato foi revisado por Cruz (2002), principalmente em relação à lagarta-do-cartucho. Outro ponto importante a considerar é o efeito negativo dos produtos químicos sobre os agentes de controle biológico natural de outras espécies de insetos que antes se alimentavam da planta, mas cuja população não atingia número suficiente para ocasionar danos econômicos. Tais insetos, sem a atuação eficiente de seus inimigos naturais, geralmente têm a população aumentada em pouco tempo, alcançando a categoria de praga.

A Embrapa Milho e Sorgo, preocupada com o avanço de pragas, tanto em frequência quanto em severidade, tem buscado, ao longo dos anos, tais alternativas, por meio do controle biológico, em especial, pela utilização de predadores e parasitóides (CRUZ, 2002), disponibilizando inúmeras pesquisas sobre o assunto.

Outra praga que, nas duas últimas safras, vem atacando com grande intensidade, simultaneamente, no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, é a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* Fabr.), que tem ocorrido, à semelhança da lagarta-do-cartucho, em todas as fases de desenvolvimento da planta, com o agravante de causar maior dano dentro da planta ou na espiga. Perdas monetárias causadas por esse inseto no Brasil ainda não estão documentadas na cultura do milho, até pela baixa incidência no passado. Todavia, relatos de agricultores demonstram a preocupação com essa praga, especialmente pela queda de produtividade verificada, em decorrência da diminuição do número de plantas na colheita, quando o ataque ocorre logo após a emergência da planta, pela diminuição do peso de grãos, pelo dano ocasionado nos entrenós próximos à inserção da espiga, ou até mesmo pelo dano direto na espiga. O aumento da área cultivada com cana-de-açúcar pode significar aumento na incidência da praga nessa cultura, como também na cultura do milho. Na cana-de-açúcar, seu controle tem sido efetivado mediante medidas biológicas, com a liberação de vespas, seja para o controle de ovos, por *Trichogramma galloi* Zucchi, ou para o controle de larvas, com a espécie *Cotesia flavipes* Cam. Para o controle da praga em milho, pesquisas vêm sendo desenvolvidas, na Embrapa Milho e Sorgo, com esses e outros agentes de controle biológico. Como agravante, não existem, até o momento, registros de inseticidas para o controle da broca-da-cana-de-açúcar em milho. Mesmo que existissem, considerando o ataque da praga em plantas em estágios mais avançados de desenvolvimento, a sua aplicação seria onerosa e difícil com os equipamentos usuais, o que levaria à utilização de aplicações aéreas, com custos mais elevados e, com certeza, de maior impacto ambiental. Com relação à utilização de plantas geneticamente modificadas, como o milho 'Bt'² embora com algum efeito sobre a praga, os resultados, até então, indicam que a broca-da-cana-de-açúcar é uma das mais tolerantes.

Nas últimas décadas, ocorreram importantes mudanças nos sistemas de produção de sequeiro, destacando-se o aumento da área do milho safrinha, definido como o milho de sequeiro cultivado extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce, no Centro-Sul do Brasil. A cultura do milho safrinha, de acordo com Gerage e Bianco (1990), evoluiu

² Milho geneticamente modificado contendo o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner.

como alternativa de atividade econômica no período de outono–inverno, normalmente após a colheita da soja precoce. Inicialmente, os principais fatores que explicam os aumentos sucessivos da área de milho safrinha são: possibilidade do uso mais racional dos fatores de produção (terra, máquinas, equipamentos e mão-de-obra) em período ocioso do ano; preço maior do cereal na safrinha do que na safra normal; menor custo de produção; e falta de alternativas mais seguras e rentáveis para a época (TSUNECHIRO; ARIAS, 1997). Nos últimos anos, verificou-se que outro fator que tem contribuído para o aumento da área de milho safrinha é a adoção do plantio direto na palha da cultura da soja, permitindo redução do tempo entre a colheita da lavoura de verão e a semeadura do milho (TSUNECHIRO; GODOY, 2001).

Por ser plantado no final da época normal, o milho safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo. Além disso, como o milho safrinha é plantado após uma cultura de verão, a data de plantio depende da época do plantio e do ciclo da cultura anterior. Nesse contexto, o planejamento do milho safrinha começa com o plantio da safra de verão, visando liberar a área o mais cedo possível (DUARTE; CRUZ, 2001). Desta forma, a época de plantio é o principal fator determinante do nível tecnológico da cultura do milho safrinha, considerando que, à medida que se atrasa o plantio, ocorre acentuada queda no potencial produtivo e aumento substancial do risco de perdas totais ou parciais da lavoura. Hoje, nas principais regiões produtoras de milho safrinha, o nível tecnológico utilizado nos plantios mais cedo é semelhante ao nível tecnológico utilizado na safra normal. Igualmente, toda estratégia de manejo do solo deve levar em consideração propiciar maior quantidade de água disponível para as plantas. Nesse aspecto, o SPD possibilita maior rapidez nas operações, principalmente no plantio realizado simultaneamente à colheita, permitindo o plantio o mais cedo possível. Além disso, o sistema plantio direto, com adequada cobertura da superfície do solo, permite maior disponibilidade de água para o milho safrinha (DUARTE; CRUZ, 2001).

Em termos de modernização da agricultura brasileira, a utilização do sistema plantio direto é uma realidade inquestionável e a participação da cultura do milho, em sistemas de rotação (safra normal) e sucessão (milho safrinha) de culturas, para assegurar a sustentabilidade de sistemas plantio direto, é fundamental (CRUZ et al., 2006). A cultura do milho tem a vantagem de deixar grande quantidade de restos culturais que, se bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar o solo. Dessa forma, sua inclusão em esquema de rotação é fundamental. A rotação envolvendo as culturas da soja e do milho merece especial atenção, em virtude das extensas áreas que

essas duas culturas ocupam e do efeito benéfico em ambas as culturas. Em determinadas situações, os efeitos benéficos do milho se estenderam até o segundo ano da soja plantada (RUEDELL, 1995).

No Sul, por causa das condições climáticas mais favoráveis, há maiores opções de rotação de culturas, tanto as de verão como as de inverno. No Centro-Oeste, as condições climáticas, com quase total ausência de chuvas entre os meses de maio e agosto, dificultam a existência de cultivos de inverno, exceto em algumas áreas com microclima adequado ou com agricultura irrigada. Essa situação dificulta ou deixa poucas opções para o estabelecimento de culturas comerciais ou mesmo culturas de cobertura, isto é, culturas cuja finalidade principal é aumentar o aporte de restos culturais sobre a superfície do solo, exigindo que estas tenham características peculiares, como rápido desenvolvimento inicial e maior tolerância à seca. Portanto, na seleção de espécies destinadas à cobertura do solo em SPD, devem ser levadas em consideração a quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais, bem como sua capacidade de reciclagem de nutrientes, com impacto direto nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e na resposta das culturas subsequentes no SPD adotado (LIMA et al., 2005).

Hoje, sistemas de integração lavoura–pecuária relativos às culturas e forrageiras, principalmente as braquiárias (*Brachiaria* spp.), apresentam essas condições e representam excelente alternativa envolvendo a cultura do milho e o sistema plantio direto. A cultura do milho destaca-se no contexto da ILP pelas inúmeras aplicações desse cereal na propriedade agrícola. Uma das vantagens do milho é sua competitividade em sistema consorciado com forrageiras, visto que o porte alto das plantas de milho, depois de estabelecidas, inibe as demais espécies que crescem no mesmo local. A altura de inserção da espiga permite que a colheita seja realizada sem maiores problemas, pois a regulagem mais alta da plataforma diminui os riscos de embuchamento (ALVARENGA et al., 2006). Além disso, com a disponibilidade de herbicidas gramínicidas pós-emergentes, seletivos ao milho, é possível obter resultados excelentes com o consórcio milho e forrageira. A cultura do milho permite, ainda, a utilização de espaçamentos mais reduzidos, que possibilitam desenvolver pastagens mais bem formadas (ALVARENGA et al., 2006). Embora muitas pesquisas tecnológicas sejam ainda necessárias para melhorar a eficiência desse sistema, agricultores já têm obtido resultados bastante promissores.

Um exemplo é o Sistema Santa Fé, que se caracteriza por cultivo solteiro no início da estação chuvosa, seja de soja, de milho, ou de arroz, seguido do cultivo de milho safrinha ou sorgo associado a uma forrageira, comumente a *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf (OLIVEIRA et al., 2001). Geralmente, emprega-se o plantio direto para a condução de lavouras de milho, sorgo ou

milheto como cultura de safrinha. Como resultado, tem-se, a partir do segundo ano de cultivo, ou mais, solos agricultáveis corrigidos, com altos níveis de fertilidade e fisicamente estruturados. Essas áreas, inicialmente de fertilidade comprometida, passam a apresentar teores de matéria orgânica mais altos, menores níveis de acidez e infiltração de água no solo mais elevada em relação às áreas onde ainda se utilizam práticas de cultivo tradicionais (OLIVEIRA et al., 2001). Outro enfoque do Sistema Santa Fé é sua implantação anual em regiões onde as condições climáticas não permitem a safrinha, consistindo no cultivo consorciado de culturas anuais, como o milho, com espécies forrageiras, principalmente as braquiárias. As práticas que compõem o Sistema minimizam a competição precoce da forrageira, evitando redução do rendimento das culturas anuais, permitindo, após a colheita dessas culturas, uma produção forrageira abundante e de alta qualidade para a alimentação animal, além de palhada em quantidade e qualidade para a realização do plantio direto na safra seguinte (COBUCCI et al., 2001).

Referências

- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCH, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.
- ALVES, V. M. C.; VASCONCELOS, C. A.; PITTA, G. V. E.; MAGANAVACA, R. Seleção de genótipos de milho para eficiência a fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 10, p. 1083-1090, 1988.
- ANUARIO ABRASEM. Brasília, DF: Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 2006.
- ARAÚJO, J. S. de. **Ganhos genéticos obtidos em híbridos e cultivares de milho representativos de três décadas de melhoramento no Brasil** Lavras, 1995. 64 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.
- AVELLAR, G. de; SILVA, A. F. da. **Novas trilhas no Sertão: história da pesquisa agropecuária em Sete Lagoas: das origens à Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 183 p.
- BAHIA FILHO, A. F. C.; MAGNAVACA, R.; SCHAFFERT, R. E.; ALVES, V. M. C. Identification, utilization and economic impact of maize germplasm tolerant to low level of phosphorus and toxic level of exchangeable aluminum in Brazilian Soil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., 1996, Belo Horizonte. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; SCHAFFERT, R. E.; FAGERIA, N. K.; ROSOLEM, C. A.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH sustainable agriculture and forestry production-proceedings**. Campinas: SBCS, 1997. p. 50-70.
- BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. Nutrient use efficiency in plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** New York, v. 32, n. 1-8, p. 921-950, 2001.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. **Doença na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 83). Disponível em: <<http://www.cnpms.Embrapa.br/publicacoes/publica/2006/Circulares%20tecnicas/Circular%2083.pdf>> Acesso em: 16 maio 2007.

- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Aproveitando-se da planta daninha. **Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 27, p. 26-30, 2001.
- COELHO, A. M. Efeitos de níveis de N-uréia na dinâmica de amônia e nitrato em latossolo cultivado e irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO, 7., 1995, Temuco. **Resumen...** Temuco: Universidad de La Frontera, 1995. p. 6.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da safra agrícola 2006/2007 - Oitavo levantamento**. Maio 2007. Brasília, DF, 2007. 20 p.
- CRUZ, I. Controle biológico em manejo de pragas. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. Cap. 32, p. 543-570.
- CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminum saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, p. 293-296, 1999.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cuidados na escolha da cultivar de milho** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006a. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 133). Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/Comunicados%20tecnicos/Comunicado%20133.pdf>> Acesso em: 16 maio 2007.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Opções para o verão; recomendadas. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 8, n. 89, set. 2006. Milho. Caderno Técnico Cultivar, Pelotas, n. 89, p. 3-11, set. 2006b. Encarte.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 42-53, 2006.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. de; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho a variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, 2007. No prelo.
- DUARTE, A. P.; CRUZ, J. C. Manejo do solo e semeadura do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul: resumos e palestras**. Londrina: Fapeagro: Iapar, 2001. p. 45-71.
- DUVICK, D. N. Plant Breeding, an evolutionary concept. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 3, p. 539-548, 1996.
- ELEUTÉRIO, A.; GAMA, E. E. G.; MORAIS, A. R. Capacidade de combinação e heterose em híbridos intervarietais de milho adaptados às condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 247-253, 1988.
- FARINA, M. P. W.; CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration. II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, p. 175-180, 1988.
- FERREIRA, C. R. R. P. T.; SILVA, J. R. da; NOGUEIRA JÚNIOR, S. Utilização e vendas de defensivos agrícolas para tratamento de sementes no Brasil, 1991-2000. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 38-44, jan. 2002.
- FIGUEIREDO, M. L. C. **Interação de inseticidas e controle biológico natural na redução dos danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho**. São Carlos, 2004. 205 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos.

- FOY, C. D. Soil chemical factors limiting plant root growth. **Advances in Soil Science**, New York, v. 19, p. 97-131, 1992.
- GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; MORAIS, A. R.; OLIVEIRA, A. C. Comportamento de cinco poblaciones de maíz y de sus respectivos híbridos interpoblaciones en suelos fértils y ácidos. In: REUNION DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA, 12., 1986, Quito, **Memoria...** México: Cimmyt; Iniap, 1986. p. 77-96.
- GERAGE, A. C.; BIANCO, R. A produção de milho na “safrinha”. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 39-44, 1990.
- GOEDERT, W. G. Management of acid tropical soils in the savannas of South America. In: **Management of acid tropical soils for sustainable agriculture** Proceedings Ibsram. Bangkok, Thailand, 1987. p. 109-127.
- LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEITÃO-LIMA, P. da S.; CORRÊA, J. C. Espécies para cobertura e qualidade dos resíduos vegetais na implantação do sistema de plantio direto em regiões de inverno seco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 180-194, 2005.
- LOPES, A. S.; COX, F. R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 828-831, 1977.
- LOPES, M. A.; MAGNAVACA, R.; BAHIA FILHO, A. F. C.; GAMA, E. E. G. Avaliação de populações de milho e seus cruzamentos para tolerância à toxidez de alumínio em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 257-263, 1987.
- MAGALHAES, J. V.; LIU, J.; GUIMARÃES, C. T.; LANA, U. G. P.; ALVES, V. M. C.; WANG, Y. H.; SCHAFFERT, R. E.; HOEKENGA, O. A.; PIÑEROS, M. A.; SHAFF, J. E.; KLEIN, P. E.; CARNEIRO, N. P.; COELHO, C. M.; TRICK, H. N.; KOCHIAN, L. V. A member of the multi drug and toxic compound extrusion ‘MATE’ family is a major gene that confers aluminum tolerance in sorghum. **Nature Genetics**, 2007. No prelo.
- MAGALHÃES, J. V. **Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho submetidas a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva** Viçosa, 1996. 76 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa.
- MAGNAVACA, R.; GARDNER, C. O.; CLARK, R. B. . Evaluation of maize inbred lines for aluminum tolerance in nutrient solution. In: GABELMAN, H. W.; LONGHMAN, B. C. (Ed.). **Genetic aspects of plant mineral nutrition** Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987. p. 255-265.
- MAGNAVACA, R.; GAMA, E. E. G.; BAHIA FILHO, A. F. C.; FERNANDES, F. T. Obtenção de híbridos duplos de milho para tolerância à toxidez de alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 971-977, 1988.
- MORO, J. R.; NASPOLINI FILHO, W.; VIANNA, R. T.; GAMA, E. E. G. Introdução de novos germoplasmas de milho no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, p. 867-882, 1981.
- MORO, J. R.; NASPOLINI FILHO, W.; VIANNA, R. T.; GAMA, E. E. G. Seleção entre e dentro de progênies de irmãos germanos na população de milho “Suwan DMR” (*Zea mays*). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 563-570, 1981a.
- MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. da. O cultivo do milho para altos rendimentos. **Seednews**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 22-27, maio/jun. 2006.
- NINAMANGO-CÁRDENAS, F. E.; GUIMARÃES, C. T.; MARTINS, P. R.; PARENTONI, S. N.; CARNEIRO, N. P.; LOPES, M. A.; MORO, J. R.; PAIVA, E. Mapping QTLs for aluminum tolerance in maize. **Euphytica**, Wageningen, v. 130, n. 2, p. 223-232, 2003.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA, I. P. de; ROSA, S. R. A. da; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. da. Palhada no Sistema Santa Fé. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 93, p. 6-9, mar. 2001.

PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. V.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; ABADIE, T.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; MEIRELLES, W. F.; LOPES, M. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; PAIVA, E. Heterotic groups based on yield-specific combining ability data and phylogenetic relationship determined by RAPD markers for 28 tropical maize open pollinated varieties. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, p. 197-208, 2001.

PARENTONI, S. N.; ALVES, V. M. C.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C.; COELHO, A. M.; SCHAFFERT, R. E.; GUIMARÃES, C. T.; GAMA, E. E. G.; GODOY, C. L.; SANTOS, M. X.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. P.; MEIRELLES, W. F.; RIBEIRO, P. H. E.; PITTA, G. E.; GAHIA FILHO, A. F. C. Genetics of aluminum tolerance in maize evaluated in nutrient solution with and without control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING, 2003, Mexico. **Book of abstracts...** Mexico: Cimmyt, 2003. p. 60-61.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; SANTOS, M. X.; LOPES, M. A.; ALVES, V. M. C.; BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELOS, C. A.; MAGNAVACA, R.; PACHECO, C. A. P.; MEIRELLES, W. F.; GUIMARÃES, P. E. O. 1999. Adaptação de milho a solos ácidos: tolerância à toxidez de alumínio e eficiência no uso de nutrientes no Programa de Pesquisa da Embrapa Milho e Sorgo. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAÍZ, 18., 1999, Sete Lagoas. **Memórias...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; México: Cimmyt, 1999. p. 179-202.

PARENTONI, S. N.; VASCONCELOS, C. A.; ALVES, V. M. C.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; GAMA, E. E. G. P use efficiency in maize genotypes (in portuguese) In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000 Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados** resumos. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 92.

PESKE, S.; LEVIEN, A. Tendências de utilização de sementes de milho por nível tecnológico. **Anuário Abrasem**, Brasília, DF, p. 28, 30, 2006.

PINTO, N. F. J. de A.; SANTOS, M. A. dos; WRUCK, D. S. M. Principais doenças da cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 82-94, 2006.

PINTO, N. F. J. A. Eficiência de doses e intervalos de aplicações de fungicidas no controle da mancha-foliar do milho provocada por *Phaeosphaeria maydis* Rane, Payak & Renfro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 1006-1009, 1999.

PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 139-145, 2004.

ROMER W.; SCHENK, H. Influence of genotype on phosphate uptake and utilization efficiencies in spring barley. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 8, p. 214-224, 1998.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta** Cruz Alta: Fundacep: Fecotrigo, 1995.134 p.

SANS, L. M. A.; GUIMARÃES, D. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 82). Disponível em: <<http://www.cnpms.Embrapa.br/publicacoes/publica/2006/Circulares%20tecnicas/Circular%2083.pdf>> Acesso em: 16 maio 2007.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C.; SANS, L. M. A. **The conquest of cerrado region**: a revolution on Brazilian agriculture. Sete Lagoas, MG, Brasil: Embrapa Milho e Sorgo, 1998. 8 p. Mimeografado.

TSUNECHIRO, A.; ARIAS, E. R. A. Perspectivas de rentabilidade do milho “safrinha” nas principais regiões produtoras. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 4., 1997, Assis. **Anais...** Campinas: IAC/CDV, 1997. p. 15-20.

TSUNECHIRO, A.; FREITAS, B. B. de. Os cinquenta municípios brasileiros maiores produtores de milho e soja. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 7, jul. 2001.

TSUNECHIRO, A.; GODOY, R. C. B. de. Histórico e perspectivas do milho safrinha no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul: resumos e palestras.** Londrina: Fapeagro: Iapar, 2001. p. 1-10.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. Contribuição do melhoramento genético de plantas no Brasil. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Agricultura brasileira e pesquisa agropecuária.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 194 p.

Capítulo 3

Trigo no Brasil: os desafios de um país tropical

Benami Bacaltchuk
Gilberto Rocca da Cunha
João Leonardo Fernandes Pires
Luiz Ataides Jacobsen
Márcio Só e Silva
Julio Cesar Albrecht

Os maiores êxitos com o cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) no Brasil, seguindo uma tendência mundial, foram alcançados após a segunda metade do século 20. Para isso, dois fatores foram fundamentais: criação de cultivares adaptadas ao ambiente e com maior potencial de rendimento e notória melhoria nas práticas de manejo de cultivo (incluindo-se novos insumos).

Além de uma breve história do trigo no Brasil, este capítulo destacará, principalmente, os desafios enfrentados (e vencidos) pela comunidade científica, por agricultores e pelas autoridades públicas, na busca da consolidação de uma triticultura genuinamente brasileira, em um país de clima (predominante) tropical. Ênfase será dada aos resultados obtidos após 1960, quando, de fato, foram superados os entraves da adaptação do trigo ao ambiente brasileiro, da produtividade (elevação de rendimento) e da qualidade tecnológica (classificação comercial e orientação de uso do produto), viabilizando a expansão da fronteira agrícola, conforme destacado por Bacaltchuk (1998). Por último, serão discutidos os entraves de natureza não-tecnológica que, atualmente e ao longo da história brasileira, têm impedido que o País, não obstante as suas potencialidades (solo e clima adequados, tecnologia própria, agricultores experientes e estrutura de produção), se consolide como importante produtor de trigo no mundo, capaz de atender à demanda interna e também à do mercado internacional. Em outras palavras, que se possa vencer também o desafio que resta para ser superado: o da competitividade (econômica) do trigo brasileiro diante do trigo produzido em outras partes do mundo.

Breve história do trigo no Brasil

A chegada do trigo no Brasil remonta ao período colonial. Ainda no século 16, os portugueses que vieram para cá tentaram o cultivo desse cereal; mais para satisfazer um hábito de consumo europeu do que por qualquer outro motivo. As primeiras experiências aconteceram em São Vicente (São Paulo) e, apesar dos relatos entusiasmados dos cronistas da época, essas são informações que devem ser vistas com cautela.

Após esse período, o trigo migrou para o Sul, encontrando ambiente, clima e solo mais adequados para suas exigências. E houve até certa euforia quando o Marquês de Pombal, em 1765, pareceu querer tornar Portugal, mais que auto-suficiente em trigo, um abastecedor da Europa. O Brasil, então colônia lusitana, poderia vir a ser o grande produtor. Entretanto, essa esperança ficou restrita aos famosos alvarás de Pombal.

Os açorianos, que chegaram na primeira metade do século 18, foram os protagonistas da experiência mais difundida historicamente sobre cultivo de trigo no Brasil. Reverenciada com mais ufanismo que realismo, pois, pelas condições desses colonos (pobres) e a realidade do Continente de São Pedro (Rio Grande do Sul) na época, as coisas não deviam ter sido tão maravilhosas como se mencionavam. E vieram as epidemias de ferrugem, as guerras e a famosa abertura dos portos brasileiros às nações amigas, em 1808, que acabou “inundando” o País de trigo e de farinha vindos dos Estados Unidos da América. Como resultado, o trigo quase desapareceu das terras brasileiras.

Com a independência e a fase imperial, chegaram os alemães, em 1824, que mantiveram o trigo nas colônias germânicas do Rio Grande do Sul. Depois, foi a vez dos italianos, em 1875, dando novo impulso ao trigo no Brasil. Começaram os empreendimentos industriais de moagem na Serra Gaúcha. E, mais uma vez, entusiasmos, êxitos e fracassos sucederam-se.

Fim do século 19, a República e o início do século 20 primeiro, fracassos com importações de sementes não adaptadas; depois, o entusiasmo e o incentivo governamental, com a criação de estações experimentais específicas para o trigo, em 1919, e o êxito alcançado com o lançamento do trigo Frontana, nos anos de 1940. Estímulos para o cultivo de trigo por um lado e, por outro, as fraudes do trigo-papel e o acordo de compra do trigo americano. Mais uma vez, a triticultura brasileira ficou relegada a segundo plano.

Nos anos de 1960, aconteceu a intervenção governamental no complexo agroindustrial do trigo no Brasil. A quase auto-suficiência com as 6,2 milhões

de toneladas produzidas em 1987. Na seqüência, a desregulamentação da compra estatal do trigo; em 1990, o acordo do Mercado Comum do Sul (Mercosul) e o trigo como moeda de troca.

Finalmente, o século 21, e um novo modelo: a busca de se produzir pelo menos 50 % do consumo anual do País, o Brasil voltando a exportar trigo, a retomada da produção (em 2003 e 2004, a produção brasileira de trigo ultrapassou a marca dos 5 milhões de toneladas), ficando em torno de quatro milhões de toneladas em 2007. Ainda é muito pouco, perto do potencial do País. De qualquer forma, é o sinal de que o Brasil, mais uma vez, pode ser colocado na vanguarda da produção desse cereal.

Regiões para trigo no Brasil e melhoramento genético

O objetivo principal de qualquer programa de melhoramento de plantas é a criação de genótipos (cultivares) para ambientes específicos. Assim, Genótipo (G) e Ambiente (A), mais propriamente as respostas dos genótipos aos diferentes ambientes – conhecidas por interações genótipo e ambiente (GxA) – definem a orientação dos programas de melhoramento genético de plantas, quer sejam de instituições públicas ou privadas. Interações GxA se manifestam quando há diferentes ambientes. Entenda-se por ambiente, em agricultura, tanto o meio físico (clima e solo) quanto as modificações oriundas da interferência humana, via práticas de manejo dos cultivos.

No caso do trigo, em escala mundial, o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt), um dos centros internacionais do Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (Cgiar), estabeleceu o sistema de megaambientes – *megaenvironments* (ME) para orientar a transferência de germoplasma (RAJARAM et al., 1993; MAREDIA; WARD, 1999). Por esse sistema, há 12 ME para cultivo de trigo no mundo. Cada ME corresponde a uma área ampla, não necessariamente contígua, ocorrendo em mais de um país e freqüentemente transcontinental, caracterizada por similaridade dos grandes estresses bióticos e abióticos, sistemas de produção, preferência dos consumidores, produção total, etc.

O professor Girolamo Azzi (AZZI, 1937) destacou a existência de duas zonas fisiográficas para cultivo de trigo no Brasil: a zona setentrional (Brasil Central) e a zona meridional (Sul do País). Posteriormente, o dr. Ady Raul da Silva (SILVA, 1966) complementou essa concepção, salientando que há duas

regiões distintas para a produção de trigo no País. A que se inicia na fronteira do Uruguai, no extremo Sul, e que atinge até o centro e sul do Paraná, ao sul do trópico de Capricórnio (23°27' S), e a que se inicia no norte e oeste do Paraná, na linha do trópico, aproximadamente, e estende-se para o Norte, não tendo ainda um limite certo, mas possível de ir até o paralelo 14° S (atualmente, considera-se este limite até 11° S, em áreas escolhidas e limitadas). Fernando Silveira da Mota (MOTA, 1969) frisou que existem diferenças climáticas entre as diversas regiões produtoras de trigo no Brasil e que essas diferenças influem no rendimento, na escolha das cultivares e nas práticas de manejo da cultura. A Região Sul é constituída pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul e centro do Paraná. Nessa região há diferentes zonas que podem ser diferenciadas pela maior ou menor intensidade do inverno (temperatura média do mês mais frio, 12 °C). Por sua vez, a Região Norte é formada pelo norte do Paraná, Mato Grosso do Sul e parte dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás, Bahia e Pernambuco. Ela é apta para cultivares sem exigência em frio. Nessa região, diversas zonas podem ser diferenciadas, de acordo com a intensidade da seca e a correspondente quantidade de água necessária à irrigação.

Em termos de orientação para pesquisa e transferência de tecnologia (cultivares e práticas de manejo de cultivo), o Brasil está, atualmente, dividido em três regiões tritícolas (Fig. 1): Região Sul-Brasileira (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), Região Centro-Sul-Brasileira (Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo) e Região Centro-Brasileira (Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia). Como principais características de ambiente, tem-se, na primeira, excesso de chuva e solos ácidos. Na segunda, pelo menos no sul do Paraná, também excesso de chuva e solos ácidos. Nas demais áreas dessa região, baixa precipitação pluvial e solos com e sem acidez. Na terceira região, têm-se duas situações de cultivo de trigo em solos ácidos: sistema de sequeiro, com estresses térmicos e hídricos, e trigo irrigado, numa época de baixa precipitação pluvial e condições térmicas mais favoráveis.

Com o objetivo de normatizar a indicação de cultivares de trigo no Brasil, foram definidas regiões homogêneas de adaptação, formando grupos de municípios (Fig. 2). Essas regiões foram organizadas por estado da federação, conforme segue: Rio Grande do Sul (regiões 1, 2 e 3), Santa Catarina (regiões 4 e 5), Paraná (regiões 6, 7 e 8), Mato Grosso do Sul (regiões 9 e 10), São Paulo (regiões 11 e 12), Minas Gerais (região 13), Goiás (região 14), Distrito Federal (região 15), Mato Grosso (região 16) e Bahia (região 17) (BRASIL, 2001). Ante à necessidade de se otimizar a experimentação para determinação de Valor de Cultivo e Uso – ensaios VCU, levando-se em consideração as características ecológicas regionais (deixando de lado as fronteiras políticas de estados e municípios), realizou-se novo estudo com vistas à reordenação das regiões de adaptação para o trigo no Brasil (Fig. 3) (CUNHA et al., 2006).

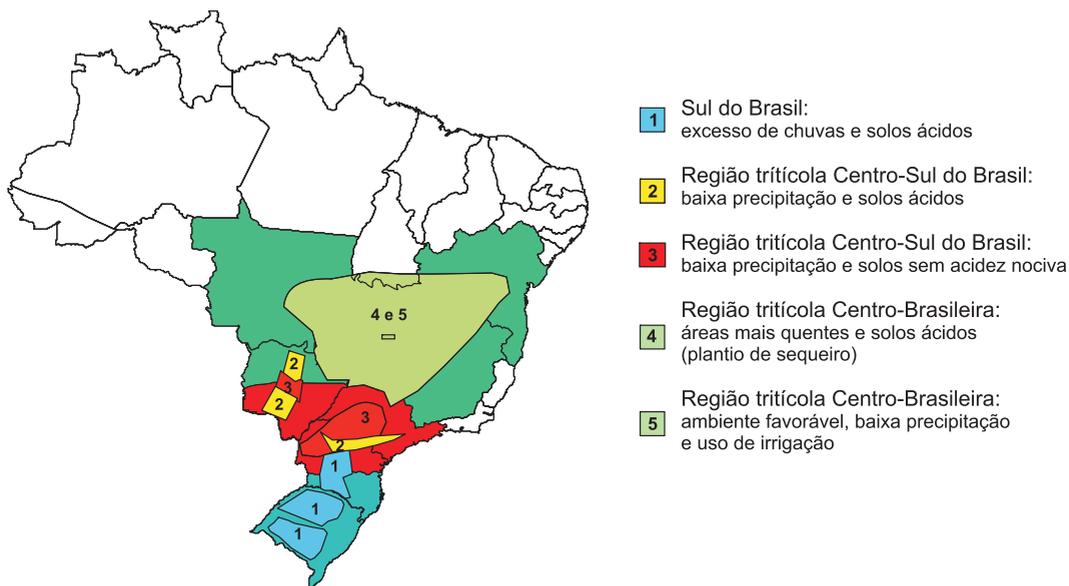


Fig. 1. Em termos de orientação para pesquisa e transferência de tecnologia (cultivares e práticas de manejo de cultivo), o Brasil é, atualmente, dividido em três regiões tritícolas: Sul-Brasileira; Centro-Sul-Brasileira; e Centro-Brasileira.

Fonte: Cantídio Nicolau Alves de Sousa.



Fig. 2. Com o objetivo de normatizar a indicação de cultivares de trigo no Brasil, foram definidas 17 regiões homogêneas de adaptação, formando grupos de municípios.

Fonte: Embrapa Trigo.

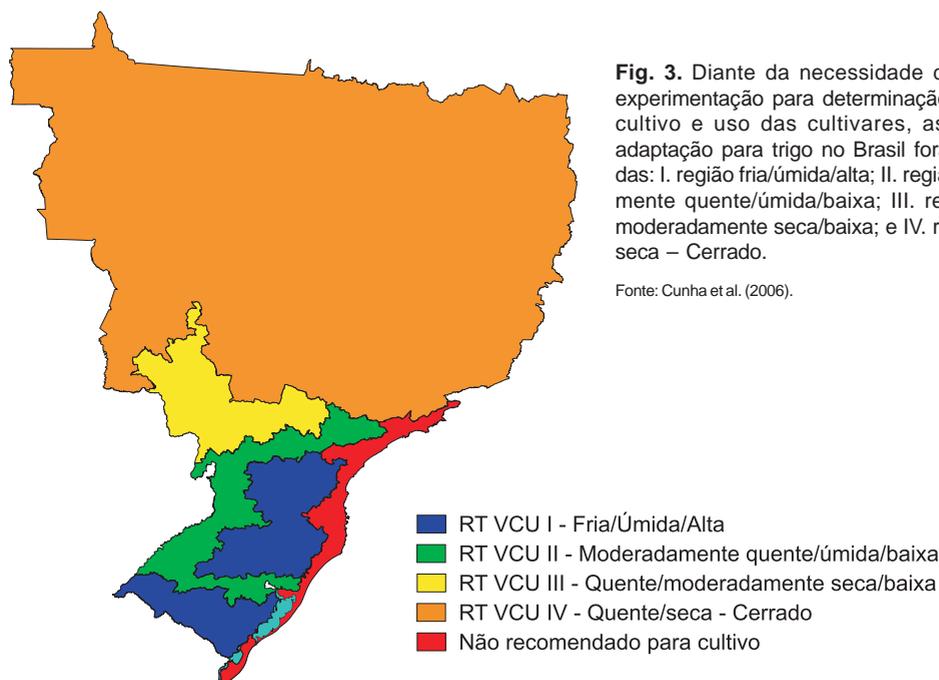


Fig. 3. Diante da necessidade de otimizar a experimentação para determinação de valor de cultivo e uso das cultivares, as regiões de adaptação para trigo no Brasil foram reordenadas: I. região fria/úmida/alta; II. região moderadamente quente/úmida/baixa; III. região quente/moderadamente seca/baixa; e IV. região quente/seca – Cerrado.

Fonte: Cunha et al. (2006).

Com base no regime hídrico durante a estação de crescimento de trigo nas diversas zonas de produção (desde o Extremo Sul até o Planalto Central), delimitou-se uma região úmida, em que não há estação seca definida e o total de precipitação pluvial supera o consumo de água da cultura (evapotranspiração). É uma ampla zona que vai do Rio Grande do Sul até o norte do Paraná. Nela, a principal limitação para aspectos de adaptação dos genótipos são os estresses associados ao excesso de umidade.

Nessa zona úmida, pelo menos duas divisões se fazem presentes, quando se considera a sobreposição com o regime térmico: uma parte fria e outra quente. A “região fria e úmida” (RT VCU I) concentra-se nas áreas de maior altitude da Região Sul do País (faixa leste) e a região “moderadamente quente e úmida” (RT VCU II) com menor quantidade de frio, por sua vez, limita-se à porção oeste, em locais de menor altitude.

Os reflexos dessas diferenças regionais são perceptíveis na expressão do potencial de rendimento de trigo, tanto nas estatísticas de lavouras em campos de produtores quanto nos dados da rede de ensaios experimentais. Pela condição de ambiente mais favorável, maior rendimento (e menor variabilidade entre safras), sistematicamente, tem sido obtido na zona de maior altitude (“fria e úmida” – RT VCU I). Isso se explica por uma condição mais favorável para definir o número de grãos por unidade de área, principal componente que define o rendimento final em trigo; especialmente associada

com a relação entre radiação solar e temperatura (quociente fototermal) no período que vai de 20 dias antes até 10 dias após a antese (floração).

Uma região quente e moderadamente seca (porém passível de cultivo de trigo sob condições de sequeiro) pode ser identificada no norte do Paraná, sul de São Paulo e parte do território do Mato Grosso do Sul (RT VCU III). Essa zona, apesar da possibilidade de estresse hídrico na fase de preflorescimento em alguns anos, se caracteriza por uma condição de ambiente extremamente favorável para a produção de trigo, em termos de expressão de potencial de rendimento e índices de qualidade industrial do produto colhido.

Por último, uma região “quente e seca” (RT VCU VI), envolvendo parte do Estado de São Paulo, além de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia. Nela, tanto estresses térmicos (excesso de calor), quanto hídricos (deficiência de água) se fazem presentes. Nessa ampla região, trigo pode ser cultivado sob condição de sequeiro (restrita a algumas áreas de maior altitude do Planalto Central) e em sistema irrigado, numa época do ano mais favorável para cultivo. As áreas de maior aptidão para cultivo de trigo nessa parte do Brasil são as de maior altitude (pelos reflexos no regime térmico, preferencialmente acima de 800 m). Nelas, na época seca do ano (entre maio e setembro), sob irrigação, para genótipos de trigo menos exigentes em frio (vernalização) e que apresentam insensibilidade fotoperiódica, as condições de ambiente são favoráveis para obtenção de rendimento elevado.

Trigo no Cerrado

O cultivo de trigo no Cerrado do Brasil Central, região de clima tipicamente tropical, não é novidade. Não se pode dizer que a experiência com o cultivo desse cereal em escala comercial, naquela parte do País, seja grande; conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em 2007 foram cultivados apenas 28 mil hectares de trigo, considerando-se Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. Tampouco se pode afirmar que não existe conhecimento para o cultivo de trigo no Cerrado, pois, sistematicamente, nos últimos 30 anos, vêm sendo realizadas pesquisas na região. Instituições como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e universidades locais, destacando-se a Universidade de Rio Verde (Fesurv) no Estado de Goiás, e a Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, têm dado as suas contribuições para o avanço da cultura de trigo numa região não-tradicional de cultivo no Brasil. De parte da Embrapa, há um programa de melhoramento genético direcionado para a criação de cultivares adaptadas às condições do

Cerrado. Paralelamente, registre-se, também, a união de esforços dos vários segmentos que compõem a cadeia agroindustrial do trigo com vistas a um processo sustentado de cultivo de trigo no Cerrado, da pesquisa básica, passando pelos setores de insumos, do governo e suas políticas agrícolas, de produtores e da área industrial.

O Cerrado forma uma vasta região. Estima-se que ultrapasse os 200 milhões de hectares. Seguramente, a maior fronteira agrícola do mundo, ainda relativamente pouco explorada (particularmente com trigo). Grande parte dessa área concentra-se nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia, além do Distrito Federal, que formam a chamada Região Triticola Centro-Brasileira. Embora em outros estados limítrofes, a exemplo do Tocantins e do Piauí, também exista esse tipo de ecossistema. De qualquer forma, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais e Mato Grosso são os principais alvos para a expansão da triticultura na região. A idéia é a antiga visão de atender à demanda da indústria regional e, se possível, exportação dos excedentes para outras partes do País, ou, até mesmo, quem sabe um dia, para fora do Brasil.

O Brasil Central se destaca pela peculiaridade de ser uma região onde se pode cultivar trigo tanto sob o regime de sequeiro quanto sob o de irrigação. O trigo de sequeiro é, normalmente, semeado em fevereiro e colhido no fim de abril e no mês de maio, aproveitando as chuvas naturais, que costumam ocorrer durante o mês de março e até parte de abril, em alguns anos e locais. Trata-se de um sistema de produção que, indubitavelmente, envolve riscos, não apresentando, geralmente, rendimentos elevados. De qualquer forma, é uma alternativa econômica para algumas áreas do Brasil Central, quando cultivado sob sistema plantio direto e após soja [*Glycinie max* (L.) Merrill] ou milho (*Zea mays* L.) precoces, semeados em outubro e colhidos em fevereiro. Há necessidade, ainda, de alguns ajustes nesse sistema de produção, envolvendo tecnologias relacionadas com semeadura, conservação de solo, manejo de doenças como a brusone [*Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr., anamorfo: *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. sin. *P. oryzae* Cav.] e a helmintosporiose [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok) Schoem., forma assexuada e *Cochliobolus sativus* (Ito e Kurib) Drechs. ex. Dast, forma sexuada]; além de aspectos de tolerância ao calor e à seca no desenvolvimento de novas cultivares. É uma opção que, em certos casos, apresenta-se viável, particularmente pela disponibilidade de áreas amplas e o uso de cultivares de soja precoce com potencial de rendimento elevado, que permitem o plantio de trigo no mês de fevereiro.

O trigo irrigado no Brasil Central dispõe de tecnologia relativamente consolidada. Existe interesse no cultivo desse cereal, até mesmo por necessidade de rotação de culturas nas áreas irrigadas, cuja pressão de doenças

pode inviabilizar os rentáveis cultivos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e de cenoura (*Daucus carota* L.), só para citar os casos mais conhecidos. Plantado na estação seca do Cerrado, são comuns rendimentos de grãos que superam os 4,0 t t/ha, em trigo. O nível de rendimento, muitas vezes maior que 100 sacas/ha, depende muito do manejo da água e de aspectos relacionados com a tecnologia de semeadura (população de plantas) e de cuidados na colheita. Indiscutivelmente, este sistema de produção caracteriza-se por rendimentos elevados e estáveis, porém com capacidade de expansão de área limitada pelas estruturas de irrigação, sofrendo a competição com produtos de maior valor econômico e restrições no uso de água e em gastos de energia. Com o aumento de área de cultivo de trigo na região, há necessidade também de mais atenção com o controle de doenças, especialmente a brusone, conforme já referido. Poucas cultivares e a baixa disponibilidade de sementes podem ser considerados, em certos aspectos, como entraves à expansão da triticultura no Cerrado. Todavia, para que se projete um desenvolvimento sustentado da cultura de trigo no Brasil Central, é fato inegável: não se faz desenvolvimento tecnológico de forma segmentada. Há necessidade do comprometimento das partes envolvidas com os diferentes componentes da cadeia produtiva do trigo no Brasil e, nesse caso, especificamente da Região Centro-Oeste.

Melhoramento genético de trigo no Brasil: o início

Indiscutivelmente, os maiores avanços alcançados na triticultura brasileira aconteceram por obra e graça dos programas de melhoramento genético que, a partir do começo do século 20, desenvolveram-se no País; tanto em organizações públicas como privadas.

A história do melhoramento genético de trigo no Brasil começou com a iniciativa do governo federal que, em 1913, contratou o agrônomo tcheco-eslovaco Carlos Gayer. Ele trabalhou com trigo no Paraná, depois veio para o Rio Grande do Sul e, após 1925, radicou-se em São Paulo (CUNHA, 2001).

Carlos Gayer foi encarregado da organização e da direção técnica da Estação Experimental de Alfredo Chaves, hoje, Veranópolis, no Rio Grande do Sul, que fora criada em 1919, junto com a de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, para se dedicar à seleção de sementes de trigo. Coube a ele a organização de coleções de trigo de diversas partes do mundo e também a seleção de trigos

nas lavouras dos imigrantes italianos no Sul do Brasil. O seu grande mérito foi reunir cultivares antigas na zona colonial e separar linhagens puras. Essa é a origem das linhas Alfredo Chaves, que foram utilizadas pelo geneticista sueco Iwar Beckman (que sucedeu Carlos Gayer em Alfredo Chaves), em 1925, nas primeiras hibridações de trigo no Brasil: linhagem Alfredo Chaves 6 x Polyssú (DEL DUCA, 1999).

Também cumpre mencionar a iniciativa do engenheiro químico Jorge Polysú (*sic*), que, em 1914, adquiriu dois sacos de trigo em Guaporé, Rio Grande do Sul. Esse material, via seleção no Estado do Paraná, deu origem à cultivar Polyssú, que, por sua vez, resultou no lançamento da cultivar PG 1, em 1924. Os trigos ‘Polyssú’ e ‘PG 1’ foram muitos usados em cruzamentos no Brasil, com vistas à busca de adaptação aos solos ácidos.

Iwar Beckman, posteriormente, transferiu-se para São Luiz Gonzaga, também no Rio Grande do Sul, e, em 1929, já como funcionário desse estado, continuou seu trabalho com melhoramento de trigo na Estação Experimental Fitotécnica de Bagé. Nessa estação, Beckman realizou trabalho verdadeiramente revolucionário, buscando cultivares precoces, que se adaptassem a semeadura em época tardia, e que apresentassem resistência a doenças e tolerância ao crestamento, causado pela acidez do solo. Foi o criador, em 1940, do trigo ‘Frontana’. Essa cultivar, de ciclo precoce, adaptação ampla e com características diferenciadas em relação aos outros trigos da época, abriu novas perspectivas para a triticultura brasileira, sendo cultivada em todo o País até o começo dos anos 1970.

A par dessa origem, destaca-se que várias instituições de pesquisa estiveram (e muitas delas ainda estão) envolvidas no melhoramento de trigo no Brasil, havendo um grande salto (em número de programas e qualidade de resultados) após os anos de 1970. Amplo trabalho de resgate das cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e suas respectivas instituições criadoras foi realizado por Sousa (2004). Nessa obra, podem ser constatados os resultados dos programas conduzidos pelas diversas instituições públicas e privadas que atuaram ou vêm atuando em melhoramento de trigo no Brasil, desde o pioneiro trabalho que teve início em Alfredo Chaves, no ano de 1919. Informações sobre a história e cultivares lançadas pelos diferentes programas de melhoramento genético de trigo no Brasil podem ser encontradas em vasta bibliografia, dentre elas as publicações de Freitas e Netto (1960), Silva (1966), Souza (1979), Lagos (1983), Sousa (1994), Sousa (1995), Sousa (1997a), Sousa (1997b), Sousa (2001), Camargo e Ferreira Filho (2001), Franco (2001), Riede (2001), Scheeren (2001), Svoboda e Tonon (2001) e Sousa (2003).

Melhoramento genético de trigo no Brasil: visão de futuro

De uma espécie que contém de 25 mil a 30 mil genes (dos quais se conhece, no máximo, algumas centenas), apesar de todos os avanços alcançados com os métodos convencionais de melhoramento de plantas ao longo dos seus 10 mil anos de cultivo, espera-se que as futuras grandes inovações em trigo sejam derivadas de aplicações da biologia avançada.

A questão que se impõe é como superar o êxito obtido pelos melhoristas de trigo, especialmente após a redescoberta das Leis de Mendel no começo do século 20, manipulando empiricamente, por meio de seleção fenotípica, um sistema genético complexo. A resposta parece estar no entendimento do genoma dessa espécie (que é 100 vezes maior que o do *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., 40 vezes comparativamente ao arroz (*Oryza sativa* L.) e seis vezes em relação ao do milho (*Zea mays* L.) e no seu funcionamento. Certamente, o caminho é conhecer os genes no seu nível mais básico e dominar a capacidade de empregá-los para melhorar o desempenho da agricultura do futuro.

A biologia molecular começou a mudar o entendimento do controle genético das principais características de interesse agrônomo em trigo. O uso de suas técnicas vai permitir que se manipule a variabilidade genética dessa espécie de forma orientada, quer seja visando à elevação de rendimento, questões de adaptação ao ambiente ou finalidade de uso do produto. Entre os controles genéticos conhecidos (e de interesse agrônomo) em trigo, destacam-se os relacionados com o ciclo de desenvolvimento, a formação do rendimento, as características de qualidade tecnológica dos grãos e com a resistência/escape/tolerância a doenças e pragas.

O ajuste de ciclo de desenvolvimento aos distintos ambientes, no caso do trigo, dá-se via três sistemas genéticos principais, envolvendo respostas à vernalização (temperaturas baixas) e ao fotoperíodo (comprimento do dia), e independentemente das condições do ambiente, relacionado com características de precocidade intrínseca do genótipo.

Para a elevação do rendimento, é inegável o papel desempenhado pelos genes de semnanismo, que diminuindo a altura da planta (de cerca de 1,5 m para um padrão internacional ao redor de 85 cm), além de reduzir os problemas de acamamento, modifica a partição de assimilados em direção aos componentes de rendimento de grãos.

Os problemas causados por doenças e pragas em trigo merecem atenção especial dos programas de melhoramento genético. São conhecidas, pelo menos, 40 doenças causadas por fungos, 32 por vírus e 81 por bactérias. Para diminuir perdas e reduzir o uso de pesticidas, têm sido empregadas estratégias de melhoramento de plantas que envolvem escape (evitar o contato do patógeno com o hospedeiro), tolerância (diminuição de perda por unidade de doença) e resistência genética. Os principais mecanismos da resistência genética são do tipo especificidade por raça do patógeno (vertical) e sem-especificidade (horizontal), havendo também o reconhecimento de resistência de planta adulta ou de genes de resistência durável.

A translocação 1B/1R de centeio (*Secale cereale* L.), presente em alguns genótipos-elite atuais, pode ser considerada a mais bem-sucedida introdução genética de outra espécie, que conferiu resistência às ferrugens em trigo. No entanto, também trouxe a secalina e algumas subunidades de glutenina de baixo peso molecular que levam à redução na qualidade de panificação. Além de que, a habilidade dos patógenos em mutar, via recombinação sexual ou somática, comprometeu, em alguns casos, a resistência originalmente conferida.

Novos avanços referentes à resistência genética a doenças e pragas (insetos vetores de vírus, por exemplo) passa pela piramidação de genes de resistência, via o uso de marcadores moleculares. Nessa área, por meio de seleção assistida, também se vislumbra oportunidade de progresso para estresses abióticos (térmicos, hídricos, nutricionais, etc.), sem desconsiderar as potencialidades da transgenia.

A biologia avançada e suas ferramentas (desde cultura *in vitro*, genômica estrutural e funcional, proteômica até a metabolômica) vão reformular os padrões de melhoramento de plantas, quem sabe mudando a figura dos melhoristas de trigo (*wheat breeders*), em função da possibilidade de construir, de forma orientada, uma nova planta de trigo, pela de “estilistas” de trigo (*wheat designers*).

Avanços na elevação do potencial de rendimento em trigo

Os grandes avanços no rendimento de grãos da cultura de trigo no mundo, refletindo-se no Brasil, foram obras de um grande esforço de pesquisa, particularmente iniciado no México por Norman Borlaug nos anos de 1940, que resultou no desenvolvimento de genótipos de trigos semi-anões, com

rendimentos elevados e resistentes às doenças. A quebra de paradigma foi a incorporação dos genes de nanismo (*Rht*), criando plantas mais produtivas e com maior resposta aos fertilizantes. Além de capacidade de adaptação aos mais distintos ambientes (trigos insensíveis ao fotoperíodo e pouco exigentes em vernalização), que possibilitou o cultivo em várias partes do mundo.

Passado o sucesso inicial, nos anos de 1960, deu-se continuidade ao trabalho de introgressão de novos genes, visando incorporar outras características e melhoria geral dos trigos da Revolução Verde. Nos anos de 1970, começaram os cruzamentos entre trigos de inverno e trigos de primavera. Como resultado, surgiram cultivares de trigo que, por uma característica de maior potencial de rendimento, tolerância aos estresses abióticos e resistência múltipla às doenças, superaram, em pelo menos 15 %, os rendimentos das melhores cultivares da época.

O aumento do potencial de rendimento dos trigos modernos foi construído, em boa parte, pela incorporação de resistência às doenças. A aplicação do conceito de resistência horizontal (não específica), a partir do acúmulo de genes menores, tem sido a principal estratégia para a criação de cultivares de trigo que apresentem característica de resistência durável para várias doenças. Também, a busca de tolerância aos estresses abióticos possibilitou a criação de trigos com rendimento de grãos elevado e mais tolerantes à seca e ao calor, por exemplo. Embora a herdabilidade para características associadas com rendimento em condições adversas de ambiente seja menor.

Pode-se, mais facilmente, entender o rendimento de grãos da cultura de trigo (processo contínuo da semeadura até a colheita) pelo enfoque de análise dos componentes de rendimento. Por esse, o rendimento de grãos da cultura de trigo é dado pelo produto entre o número de grãos por unidade de superfície e o peso de cada grão. O problema é que esses componentes e seus subcomponentes (plantas por unidade de superfície, espigas por plantas, espiguetas por espiga e grãos por espiguetas), quase sempre, estão negativamente correlacionados um com o outro. A alternativa vislumbrada para se obter maior número de grãos por unidade de superfície (componente que mais explica o rendimento de grãos) é aumentar a geração e evitar a perda de estruturas reprodutivas. Foi isso que fez o melhoramento genético de trigo nos últimos 50 anos do século 20, em considerável parte do mundo, para atingir os grandes saltos de rendimento: diminuiu o tamanho do colmo e reduziu a competição por assimilados durante a fase crítica de crescimento da espiga (espiguetas terminal à antese), aumentando o índice de colheita (o limite teórico de 60 %, estabelecido por Roger Austin em 1980, talvez seja exageradamente elevado. Não se tem obtido progresso nos últimos 20 anos, com os maiores valores aproximando-se dos 50 %. Como não dá mais para

continuar diminuindo a altura da planta (há indícios que a altura ideal da planta de trigo também já foi atingida) e melhorando a partição, um caminho que se vislumbra é o aumento da duração do período de crescimento da espiga. Ou seja, manipulando geneticamente a eficiência no uso de radiação solar pela cultura, uma vez que há variabilidade genética conhecida para sensibilidade ao fotoperíodo, independentemente da fase vegetativa inicial, por exemplo, e via genes ligados à precocidade intrínseca. O quociente fototermal (relação entre radiação solar e temperatura) em um período crítico de 30 dias (20 dias prévios e 10 dias posteriores à floração) tem sido a variável que melhor tem explicado a geração do número de grãos por unidade de superfície em trigo. Via melhoramento genético, vislumbra-se a possibilidade de criação de cultivares com potencial de geração de maior número de grãos por unidade de quociente fototermal, por exemplo (SLAFER, 2007).

No Sul do Brasil, considerando o período de 1940 até 1992 (entre a liberação do trigo Frontana até o trigo Embrapa 16), Rodrigues et al. (2007) constataram um ganho genético de rendimento de grãos de 44,9 kg/ha.ano. Também concluíram que o maior rendimento de grãos nos modernos trigos sul-brasileiros está relacionado com a geração de maior número de grãos por unidade de área (elevação da demanda).

Apesar das muitas evidências experimentais associando rendimento e número de grãos por unidade de superfície em trigo, discute-se também, hoje, que o rendimento final de grãos nesse cereal é definido principalmente pela acumulação e uso de recursos do ambiente pela cultura. Nitrogênio e carbono seriam os prováveis determinantes do rendimento de grãos em trigo, dependendo sua eficiência de uso de outros recursos como água e radiação solar, por exemplo (SINCALIR; JAMIESON, 2006). Por essa teoria, o número de grãos por unidade de superfície seria uma variável que se ajusta ao nível de rendimento definido pela disponibilidade de recursos do ambiente. A correlação frequentemente encontrada entre número de grãos por unidade de superfície e rendimento em trigo seria de natureza empírica, não refletindo nenhum processo fundamental na determinação do rendimento de interesse econômico nesse cultivo.

Entende-se, assim, que a elevação do potencial de rendimento de grãos em trigo foi resultante não só da mudança da partição da fitomassa aérea para os grãos, por ação dos genes *Rht*, mas também pela seleção continuada para rendimento de grãos nos programas de melhoramento genético em todo o mundo.

Nas estratégias da comunidade científica para elevar o rendimento de grãos de trigo, incluem-se desde a pesquisa agrônômica tradicional até o uso de ferramentas de biotecnologia, como marcadores moleculares e transformação genética. As evidências teóricas e experimentais sugerem que novos avanços

no rendimento de trigo poderão ser conseguidos, tendo-se como foco a superação das limitações que têm impedido aumentar a eficiência no uso dos recursos do ambiente (carbono, nitrogênio, água e radiação solar, principalmente) pela cultura e superar as limitações impostas pelos estresses bióticos e abióticos, tirando melhor proveito da interação entre genótipo e ambiente.

Trigo para o mundo: uma oportunidade para o Brasil

Apesar de todo o progresso alcançado na agricultura, aumentando a produção de alimentos e elevando o rendimento dos cultivos em magnitude sem precedentes na história da humanidade, ainda são muitos os desafios a serem vencidos para tornar os alimentos acessíveis a todos e de maneira sustentável. Especialmente, quando se analisa o uso dos recursos naturais e a demanda de alimentos diante de projeções de aumento de população, que torna mais evidente o tamanho do trabalho que está posto para a agricultura mundial: “suprir uma alimentação adequada (quantidade e qualidade) para nove bilhões de criaturas humanas”. Esse é o número de pessoas que devem clamar por comida e melhores condições de vida no planeta Terra, ainda antes da metade deste recém-iniciado século 21.

Trigo, o cereal da civilização, faz parte do grupo de culturas que, com o aumento da população e melhoria das condições de vida, deve ser consumido em maior escala. A questão que se impõe é: como produzir além das atuais 600 milhões de toneladas por ano? Por um lado, é pouco provável a possibilidade de se contar com aumento na área cultivada, especialmente nos principais países produtores; desde meados do século 20 não se constata mudanças significativas. Além disso, muitas áreas não cultivadas hoje são consideradas marginais para exploração agrícola, com numerosos estresses bióticos e abióticos. Por outro, a necessidade cada vez maior do uso urbano das terras, pressões para preservação do ambiente natural e limitações no uso da água restringem ainda mais essa possibilidade. Uma estratégia factível para se atingir a demanda de trigo projetada para um prazo não tão longo assim (até o ano 2025) parece ser a elevação do rendimento das lavouras de trigo no mundo.

O rendimento médio de trigo no mundo, nesse começo de século 21, é da ordem de 2,8 t/ha. Mantidos a área cultivada e o padrão de consumo atuais até o ano 2025, esse rendimento deveria elevar-se para 4,4 t/ha. Isso significa

um incremento no rendimento médio de 80 kg/ha, anualmente. Que é algo difícil, embora não impossível, de ser alcançado, conclui-se facilmente, quando são analisadas estatísticas agrícolas e os avanços históricos nos rendimentos dos cultivos. Para se entender a complexidade da questão, basta a comparação com o período da agricultura mundial chamado de Revolução Verde, referido anteriormente, quando houve os grandes saltos nos rendimentos de trigo, com ganhos de 41 kg/ha anualmente, considerando-se a série histórica 1960–2005 (Fig. 4). E mais, considerando apenas os últimos 10 anos dessa série, os ganhos anuais de rendimento foram de 23 kg/ha (Fig. 5). Mantidas essas taxas de ganhos de rendimento em trigo, não se conseguirá suprir adequadamente a demanda por esse cereal no mundo, sem mudanças significativas na área sob cultivo. Isso posto, fica evidente que o desafio de aumentar o rendimento de trigo não será algo fácil, quer seja considerado sob o ponto de vista do melhoramento genético e/ou do manejo de cultivos.

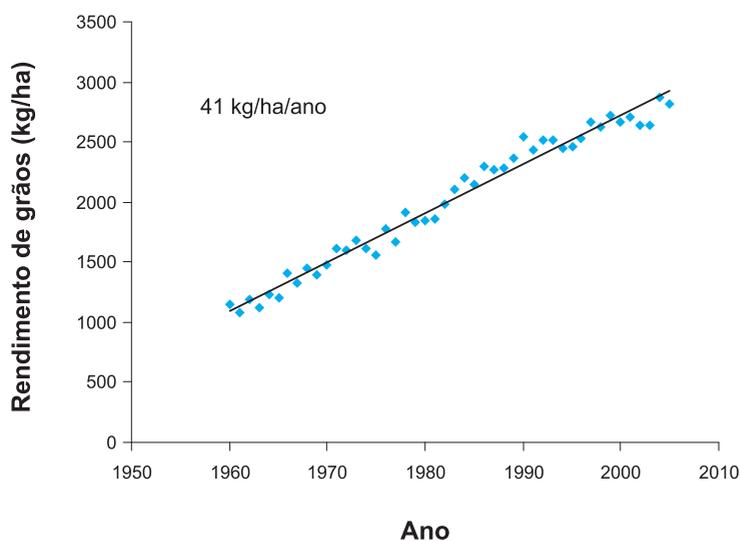


Fig. 4. Rendimento médio de trigo no mundo (kg/ha) no período de 1960 a 2005.

Fonte: Foreign Agricultural Service, Official Usda Estimates (9/2/2007).

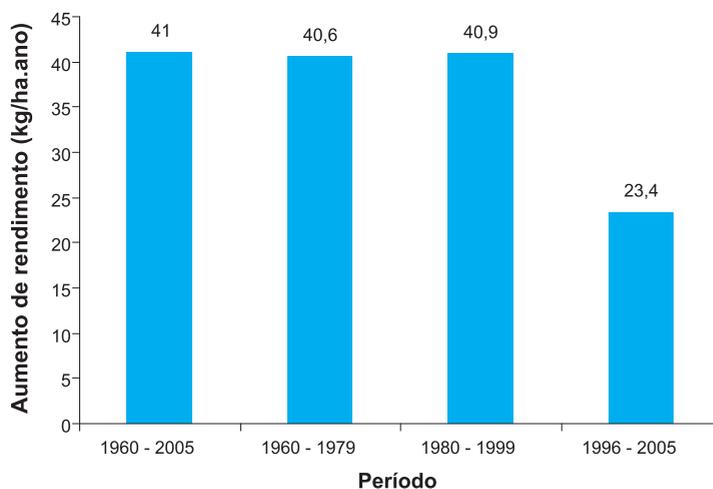


Fig. 5. Ganho médio de rendimento de trigo no mundo (kg/ha.ano), em diferentes períodos de anos, entre 1960 e 2005.

Fonte: Foreign Agricultural Service, Official USDA Estimates (9/2/2007).

Cabe ainda indagar se essa tendência observada em termos de rendimento de trigo no mundo é válida para todos os países com tradição em produção de trigo. Especialmente no caso do Brasil, que está diante dos Estados Unidos da América, do Canadá, da Austrália, da Argentina, da França e do Reino Unido, por exemplo, que se encontram no grupo dos principais países produtores de trigo. Nessa comparação, tomando-se por base a série 1960–2005, o Brasil alcançou ganhos de rendimento anuais em trigo da ordem de 30 kg/ha (Fig. 6). Esses não diferem do que obteve a Argentina (também 30 kg/ha.ano). E superam os resultados alcançados nos Estados Unidos da América (26 kg/ha.ano), no Canadá (22 kg/ha.ano) e na Austrália (17 kg/ha.ano). Os países da União Européia formam um caso à parte, apresentando ganhos, nesse período, de 90 kg/ha.ano (França e Reino Unido, principalmente). Nos últimos dez anos, foi impossível manter esses níveis de ganhos, e esses países apresentaram taxas negativas, com diminuição de rendimento das lavouras de trigo, embora ainda obtenham rendimentos que superam os 6 mil kg/ha (médias nacionais).

Particularmente após 1995, o Brasil superou todos os principais produtores de trigo no mundo, em termos de ganhos anuais de rendimento (Fig. 7). Isso reforça o argumento de que entraves para a expansão do cultivo de trigo no Brasil (embora existam) não são exclusivamente de base tecnológica. No País, existe ambiente natural adequado, estrutura de produção disponível, tecnologia própria, produtores experientes e mercado para trigo. No entanto, não se produz nem a metade do consumo anual, que já ultrapassa dez milhões de toneladas. Cabe então a indagação: Por quê?

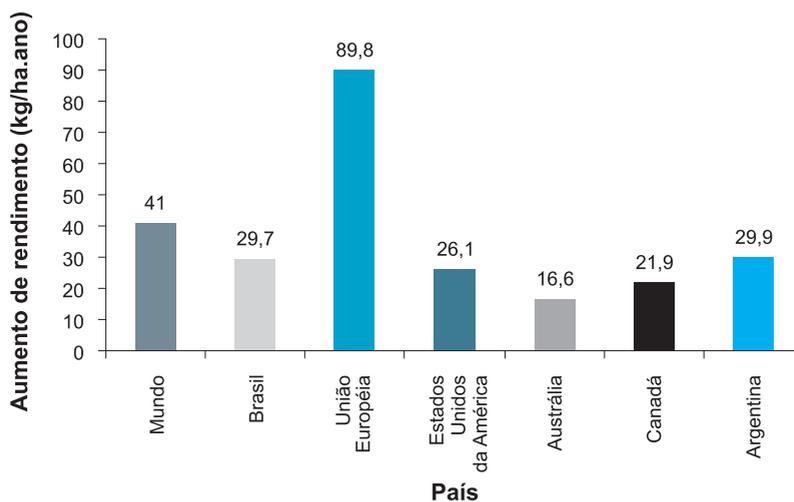


Fig. 6. Ganho médio de rendimento de trigo no mundo (kg/ha.ano), em diferentes países, entre 1960 e 2005.

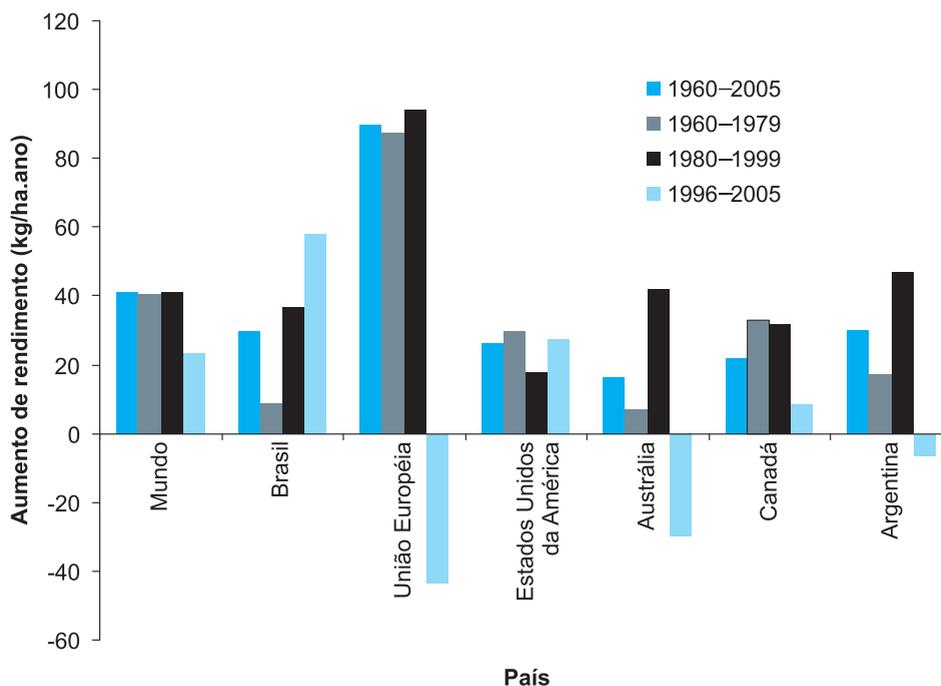


Fig. 7. Ganho médio de rendimento de trigo no mundo (kg/ha.ano), em diferentes países e em diferentes períodos de anos, entre 1960 e 2005.

Fonte: Foreign Agricultura Service, Official Usda Estimates (9/2/2007).

Explicações (aparentemente) não faltam para justificar a posição do Brasil como o maior importador mundial de trigo. Muitas são as mesmas há anos. Outras surgem a cada novo tempo; nesse grupo, a entrada de farinha argentina com incentivos do país vizinho via imposto de exportação. Em comum, a busca de “culpados”, quase sempre, fora dos atores que desempenham os papéis principais nos diferentes segmentos que compõem a cadeia de produção de trigo no Brasil. Ou, quando não, configurando-se em mera “transferência” de responsabilidades que, não raro, culminam em pedidos de proteção ao Estado.

Há que se entender melhor a cadeia do trigo no Brasil para o embasamento de iniciativas que, efetivamente, possam implicar em mudanças de perspectiva. Começando com a concentração da produção e do consumo. O trigo no Brasil é produzido, principalmente, em dois estados da federação: Paraná e Rio Grande do Sul, responsáveis por 92 % da produção nacional. Embora também se cultive trigo em Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e, em menor escala ainda, no Mato Grosso e no sul da Bahia. E, por densidade populacional e padrão de consumo, a produção de farinha é distribuída da seguinte forma (aproximada): no Sudeste (42 %), no Sul (31 %), no Nordeste (22 %), no Centro-Oeste (3 %) e no Norte (2 %).

A análise do exposto demonstra que há necessidade de deslocamento interno do trigo brasileiro das zonas de produção (maioria no Sul) para os centros de consumo (Sudeste e Nordeste). Aí começa um dos entraves não-tecnológicos, envolvendo logística inadequada e falta de melhor estrutura de transporte, particularmente marítima (com privilégio da cabotagem para navios de bandeira brasileira e taxas de renovação de frota), que encarecem o trigo nacional. E isso é algo evidente no caso do trigo gaúcho, admitindo-se uma capacidade instalada de moagem e uma necessidade de reserva de sementes, no Rio Grande do Sul, da ordem de 1 milhão de toneladas. Pelas mais diversas razões (qualidade tecnológica para mesclas, vantagens financeiras, prazos de pagamento, etc.) os moinhos do estado importam, anualmente, ao redor de 400 mil toneladas de trigo, torna-se elementar concluir que tudo o que é produzido acima de 600 mil toneladas deverá ser colocado no mercado fora das fronteiras gaúchas. O Estado do Paraná, pela proximidade com o Sudeste, e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) diferenciado para trigo, leva vantagem nesse particular. Por isso é que os segmentos da produção costumam apelar para a manutenção e ampliação de mecanismos de apoio à comercialização, como o Prêmio de Escoamento do Produto (PEP), e equiparação de tributos entre os estados nas operações que envolvem trigo (coisa que não é praticada hoje).

Também a segmentação do mercado brasileiro de trigo e o destino das farinhas merecem consideração. Em números aproximados, trigo no Brasil é usado nas seguintes proporções: para panificação (55 %), uso doméstico (17 %), produção de massas alimentícias (15 %), fabricação de biscoitos (11 %) e outros (2 %). Esses números servem de indicativos para a organização da produção interna, com base na genética das cultivares (classe comercial), nas características do ambiente, nas práticas de manejo da cultura e no processamento pós-colheita. Sem levar isso em conta, não se conseguirá criar uma identidade para o trigo brasileiro com orientação para o mercado (tanto interno como internacional). Por exemplo, atentar para a exigência da indústria de ter um produto livre de insetos (e outros resíduos estranhos) e com classe comercial definida (não praticar misturas de trigo diferentes).

A moagem efetiva de trigo no Brasil está na ordem de 10,5 milhões de toneladas (existindo capacidade instalada ociosa). Isso, frente a uma safra brasileira de trigo, em 2007, em torno de 4 milhões de toneladas, define o tamanho da necessidade das importações. E, especialmente em anos como 2007, diante de um cenário de estoques mundiais baixos e preços aquecidos, não se pode considerar que produzir trigo no Brasil seja mau negócio. Não é mau negócio para o produtor (pelas mais diversas razões; desde redução de custos fixos

da propriedade, agregação de renda no inverno, não exigir ativos específicos, etc.) e nem para quem atua no comércio de trigo (cooperativas, cerealistas, etc.), pois, levando-se em conta o preço mínimo praticado para o produtor e o que efetivamente paga a indústria, poucos negócios proporcionam margem de ganho igual ao trigo (considerações de escala à parte).

Importar trigo não é proibido e não é pecado. Como também não o é vender trigo para o mundo (exportar). Os desafios para a construção de uma “nova triticultura” brasileira vai exigir a superação de obstáculos que vão além das questões meramente tecnológicas. Começando pela luta para derrotar cenários pessimistas, tanto de instituições internacionais quanto de órgãos oficiais brasileiros, que sinalizam, para os próximos 10 anos, que o Brasil, junto com o Egito, a Argélia e o Japão, serão os maiores países importadores de trigo. O Brasil, por possuir capacidade de expansão de área cultivada (sem necessidade de ampliação da atual fronteira agrícola) e domínio de tecnologia competitiva, mesmo parecendo sonho, pode, num prazo mais curto do que muitos imaginam, tornar-se um dos grandes produtores mundiais de trigo.

Aliás, vale lembrar que o trigo representa um dos raros segmentos da agricultura mundial em que o Brasil tem se mostrado “incompetente” diante dos concorrentes internacionais. Já foi assim com outros produtos nos quais, hoje, o Brasil é respeitado e temido pelo seu elevado nível de competitividade. Vide soja [*Glycine max* (L.) Merrill], café (*Coffea* spp.), açúcar (*Saccharum* spp.), laranja [(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)], carnes e tantos mais. E, por incrível que possa parecer, não é dada a devida atenção exatamente para o cereal mais importante e cobiçado do mundo: o trigo. Trata-se de um produto estratégico na economia global. Portanto, a história poderia ser diferente para o Brasil, que, nos últimos anos, tem, sistematicamente, se destacado entre os maiores importadores mundiais desse cereal. Concentrar a produção brasileira de trigo na Região Sul, em um país com 8,5 milhões de quilômetros quadrados, além de problemas de logística nos setores de abastecimento e de consumo, é predispor essa cultura a uma concentração de riscos inerentes à variabilidade climática regional, por exemplo. Por essas e por outras é que se pode perceber o quanto é importante a expansão do cultivo de trigo para áreas não tradicionais do País, especificamente para a região de clima tropical do Brasil Central.

Referências

AZZI, G. **Aspecto ecológico do trigo no Brasil** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1937. 19 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 31 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jun. 2001.

- BACALTCHUK, B. **Visão estratégica para a triticultura brasileira**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1998. 22 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 46).
- CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P. São Paulo State, Brazil Wheat Pool. In: BONJEAN, A. P.; ANGUS, W. J. (Ed.). **The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding**. Paris: Lavoisier Publishing. Inc., 2001. p. 549-577.
- CUNHA, G. R. Carlos Gayer, o pioneiro. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. p. 17-22.
- CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SÓ e SILVA, M.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L. de; MARCHIORO, V.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. (Embrapa Trigo: Circular Técnica Online, 20). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci20.htm>
- DEL DUCA, L. de J. A. Geneticista Iwar Beckman. In: CUNHA, G. R. (Org.). **Trigo, 500 anos no Brasil**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 1999. p. 63-68.
- FRANCO, F. de A. Melhoramento de trigo na Coodetec. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. p. 73-80.
- DE FREITAS, L. M.; DELFIM NETTO, A. **O trigo no Brasil**. São Paulo, SP: Associação Comercial de São Paulo, 1960.
- LAGOS, M. B. **História do melhoramento do trigo no Brasil** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1983. 79 p. (Ipagro. Boletim Técnico, 10).
- MAREDA, M. K.; WARD, R. Wheat breeding environments: a conceptual and empirical analysis. In: MAREDA, M.K.; BYERLEE, D. (Ed.). **The global wheat improvement system prospects for enhancing efficiency in the presence of spillovers**. Mexico: Cimmyt, 1999. Cap. 3. p.12-21. (Research Report, n.5).
- MOTA, F. S. da. Regiões climáticas para o trigo no Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 772-776, 1969.)
- RAJARAM, S.; Van GINKEL, M.; FISCHER, R.A. Cimmyt's wheat breeding Mega-Environment (ME). In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 8., 1993, Beijing. **Proceedings...** Beijing, 1993. v. 2, p.1101-1106.
- RIEDE, C. R. Iapar, pesquisando trigo para o Paraná. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. p. 81-85.
- RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDNET, A. D.; MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 817-825, 2007.
- SCHEEREN, P. L. Melhoramento de trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. p. 53-62.
- SILVA, A. R. da. **Melhoramento das variedades de trigo destinadas às diferentes regiões do Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1966. 82 p. (SIA. Estudos Técnicos; 33).
- SINCLAIR, T. R.; JAMIESON, P. D. Grain number, wheat yield, and bottling beer: An analysis. **Field Crops Research**, v. 98, p. 60-67, 2006.
- SLAFER, G. Physiology of determination of major wheat yield components. In.: BUCK, H.T. et al. (Ed.). **Wheat Production in Stressed Environments**. Dordrecht: Springer, 2007, p. 557-565.
- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo da Embrapa indicadas para cultivo no Brasil de 1975 a 2001**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 44 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil V** – Cultivares estrangeiras não renomeadas no Brasil e indicadas para cultivo após 1970. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 64 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 42).
- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil II** – Cultivares de sigla IAS. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997a. 48 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 30).
- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil I** – cultivares disponíveis antes de 1950. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1995. 34 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 24).
- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 138 p.
- SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo recomendadas no Brasil – 1922 a 1992** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1994. 82 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 16).
- SOUSA, C. N. A. de. **Relação das cultivares comerciais de trigo no Brasil de 1922 a 1997** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997b. 46 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 39).
- SOUZA, M. A. de. Variedades do trigo para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.5, n. 50, p. 28-31, 1979.
- SVOBODA, L. H.; TONON, V. Histórico da pesquisa em trigo na Fundacep Fecotrigo. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. p. 63-71.

Capítulo 4

Aveia, cevada, triticale e centeio

Edson Jair Iorczeski
Euclides Minella
Luis Carlos Federizzi
Alfredo do Nascimento Junior
Gerardo Nicolas Árias Duran y Veiga
Augusto Carlos Baier
Elmar Luiz Floss
Fernando Irajá Félix de Carvalho
Marcelo Teixeira Pacheco

Com claros avanços científicos e com base em rico e precioso legado, a pesquisa brasileira plantou marcos históricos nas últimas quatro décadas. O País passou a ser não somente referência para muitas culturas de clima quente e úmido, como respeitado por ter sido capaz de adaptar espécies oriundas de clima temperado para o tropical. Os resultados econômicos atualmente obtidos com o cultivo de cereais de inverno, como a aveia (*Avena sativa* L.), a cevada (*Hordeum vulgare* L.), o centeio (*Secale cereale* L.) e o triticale (*X triticosecale* Wittmack), dentre outros, mostram que o ambiente do Brasil deixou de ser marginal para essas culturas e nele se tornaram competitivas. Contudo, apesar das conquistas, os cenários apontam para novos desafios, os quais requerem preparo para serem enfrentados.

Aveia

A aveia (*Avena* spp.) tem grande utilização na alimentação humana e animal, e constitui um importante componente do sistema de produção adotado pelos agricultores do Sul do Brasil. O cereal ali chegou pelos países do Prata, especialmente por meio dos programas de melhoramento particulares Buck Semillas S.A. e Criadero Klein S.A., da Argentina, e as aveias amarelas do Uruguai. Por muito tempo, a aveia foi utilizada somente como forrageira e seus grãos na alimentação de cavalos.

No Brasil, os trabalhos científicos com aveia iniciaram no Rio Grande do Sul, nas primeiras décadas do século 20, em instituições como a Estação Experi-

mental das Colônias, em Alfredo Chaves (atual Veranópolis), por Benedito de Oliveira Paiva; a Estação Experimental da Fronteira, em Bagé, por Iwar Beckman; e no Instituto Experimental de Agronomia da Universidade do Rio Grande do Sul, atual Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre.

De 1920 até o início da década de 1980, somente cinco cultivares tiveram importância no Brasil: Bagé, Dom Pedrito e Moravia 2, nas primeiras décadas, e Coronado (Argentina) e Suregrain (Estados Unidos da América), nos anos de 1970. No final da década de 1960 e início da década de 1970, a área cultivada com aveia para a produção de grãos era insignificante. O Brasil, por conseguinte, era um grande importador de grãos de aveia da Argentina.

A história recente dos trabalhos de pesquisa com aveia no Brasil iniciou em 1974, com o programa de melhoramento genético de aveia da UFRGS e, em 1977, com o Programa de Melhoramento Genético de Aveia da Universidade de Passo Fundo (UPF). Esses trabalhos estão documentados em Floss et al. (1985), Floss (2002), Federizzi et al. (1996), Federizzi et al. (1999), Federizzi (2002) e Federizzi e Mundstock (2004).

O germoplasma utilizado no Brasil possui duas fontes de origem bem diferenciadas. Até os anos de 1960, dos países do Prata, como anteriormente descrito, e a partir dos anos de 1970, por meio do convênio da Universidade de Wisconsin e, posteriormente, da Universidade do Texas A&M com instituições brasileiras e argentinas. Patrocinado pela empresa Quaker, foi elaborado um programa massivo de troca de germoplasma chamado *Quaker International Oat Nursery*. Assim, a partir de 1976, grande número de linhagens puras, bem como de populações segregantes, foi enviado todos os anos para várias instituições brasileiras de pesquisa, onde foram realizadas seleções de genótipos mais adaptados. Muitos desses genótipos selecionados foram enviados aos Estados Unidos da América, para serem cruzados com fontes de resistência às ferrugens da folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae* Fraser & Led.) e do colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenal* Erix ss. & Henning) e devolvidos ao Brasil (FORSBERG; SHANDS, 1989). Recentemente foi intensificado o intercâmbio de materiais com outras instituições de pesquisa dos Estados Unidos da América, como as Universidades de Minnesota, da Flórida e de Louisiana, e do sul (Adelaide) e do oeste (Perth) da Austrália.

Na era recente, foram disponibilizadas para cultivo 52 novas cultivares provenientes de seis programas diferentes. Desse total, 41 foram oriundas dos Programas de Melhoramento Genético da UPF e da UFRGS e as restantes, dos programas de melhoramento da Cooperativa Agropecuária & Industrial (Cotrijuí), em Ijuí, no Estado do Rio Grande do Sul, antes denominada Cooperativa Tritícola Serrana Ltda.; da Fundação Agrária de Pesquisa

Agropecuária (Fapa), em Guarapuava, no Paraná; da OR Melhoramento de Sementes Ltda., em Passo Fundo, Rio Grande do Sul; e da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Rio Grande do Sul. A primeira cultivar lançada na era moderna foi a UPF 1, em 1981. Nos anos seguintes, foram colocadas à disposição dos agricultores 2,5 cultivares por ano, em média. O desenvolvimento continuado de novas cultivares permitiu o rápido crescimento da área semeada com aveia e sua inserção no sistema plantio direto: de 39.800 ha em 1976, com uma produção de 37.400 t de grãos, passou-se para 356.800 ha em 2006, com uma produção de cerca de 516 mil t de grãos (CONAB, 2007).

O melhoramento genético de aveia no Brasil promoveu grandes avanços no rendimento de grãos. Na década de 1940, os maiores rendimentos médios ficavam em torno de 600 kg/ha (FEDERIZZI, 2002). Atualmente, os rendimentos médios superiores alcançam cerca de 3.500 kg/ha, embora possam atingir até mais de 4.500 kg/ha em lavouras comerciais. Também foi possível obter maior estabilidade de rendimento de grãos pela rápida substituição de cultivares que se tornaram suscetíveis às raças predominantes de ferrugem da folha. O ciclo da cultura foi um dos principais caracteres modificados em aveia: o número de dias do plantio à colheita foi reduzido de 190 para menos de 130 dias. A grande maioria das novas cultivares são precoces, com ciclo inferior a 135 dias, em razão do gene de insensibilidade ao fotoperíodo, especialmente as desenvolvidas pela UFRGS (LOCATELLI et al., 2006). A primeira cultivar precoce foi a UFRGS 7, lançada em 1985 e ainda hoje cultivada no Mato Grosso do Sul. O número de dias entre a semeadura e o florescimento é importante fator de adaptação da aveia aos diferentes ambientes de cultivo, sendo que essa mudança foi fundamental para que a aveia pudesse integrar o sistema de produção adotado pelos agricultores, com duas safras por ano na mesma área, juntamente com o plantio direto, sem atrasar o plantio da cultura de verão, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill].

A aveia é especialmente conhecida pela qualidade de seus grãos, tanto física quanto química. A qualidade física do grão, especialmente o peso do hectolitro, peso de mil grãos, tamanho e uniformidade, foram caracteres que sofreram grande pressão de seleção nos anos recentes do melhoramento genético de aveia, por sua importância para o rendimento na indústria. Assim, as principais cultivares lançadas a partir de 1993 (UFRGS 14, UFRGS 19, URS 21, URS 22, URS GUAPA, UPF 16, UPF 19, UPF 20, UPF 22 e FAPA 4) apresentam excelente qualidade industrial, fazendo com que o rendimento na indústria passasse de 50 % para 68 %, o que significa que, a cada 100 kg de grãos que entram na indústria, saem 68 kg de produtos processados. As cultivares antigas eram todas muito altas (mais de 150 cm) e em anos de bom ambiente acamavam com facilidade, prejudicando a colheita e a qualidade

dos grãos colhidos. Houve grande redução na estatura das plantas, sendo que as cultivares atuais apresentam entre 90 cm e 120 cm (FLOSS et al., 2001). Para a baixa estatura de planta em genótipos brasileiros, Federizzi et al. (1996) e Milach e Federizzi (2001) verificaram a existência de dois sistemas bem distintos: o primeiro, com base em genes dominantes para baixa estatura, presentes nas linhagens UFRGS 884095 e UFRGS 884077 – provavelmente os mesmos genes conhecidos internacionalmente como *DW 6* e *DW 7*; o segundo, tem por base genes de menor efeito e recessivos, presentes nas cultivares brasileiras UFRGS 7 e UFRGS 15.

Uma das moléstias mais importantes da aveia é a ferrugem-da-folha, causada pelo fungo *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* Fraser & Led., altamente especializado e variável, apresentando novas raças anualmente, o que torna as cultivares resistentes com pouca duração em cultivo (menos de cinco anos), mesmo com a proteção de fungicida (uma aplicação durante o ciclo da cultura). Por isso, a pesquisa tem buscado identificar resistência parcial ou quantitativa em genótipos brasileiros de aveia, com o objetivo de estabilizar as raças do patógeno, promover maior estabilidade de rendimento e maior duração das novas cultivares na lavoura. Na Região Sul, os primeiros sintomas da moléstia ocorrem no fim de agosto, mas em alguns anos a moléstia está presente desde o início de julho. A ferrugem-da-folha pode também causar grande erosão genética nos programas de melhoramento. Genótipos agronomicamente superiores, e com elevado potencial de rendimento de grãos, podem não ser selecionados e lançados comercialmente quando não possuem genes efetivos de resistência à ferrugem-da-folha. Retrocesso no progresso genético pode ocorrer em decorrência da necessidade de combinar genótipos agronomicamente superiores com inferiores, porém resistentes à ferrugem-da-folha.

A aveia é uma espécie que tolera bem mais que a cevada e o trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) a presença de alumínio trocável (Al^{+++}) no solo, existindo grande variabilidade para o caráter no germoplasma brasileiro (FLOSS et al., 1996). Estudos demonstram que existe um gene responsável pela tolerância ao Al^{+++} em genótipos brasileiros, o qual pode ser facilmente transferido para as futuras cultivares (SANCHEZ-CHACÓN et al., 1998; NAVA et al., 2006). Outro caráter de importância para algumas regiões de cultivo de aveia é a tolerância à geada (frio), especialmente para regiões mais altas, como Vacaria, no Rio Grande do Sul, e Guarapuava, no Paraná, e também para o sistema plantio direto, onde os efeitos da geada são mais pronunciados. Existe grande variabilidade e bons materiais para esse caráter no germoplasma brasileiro (ALMEIDA et al., 2001) por causa da seleção realizada em anos de ocorrência de geada.

A adoção do sistema plantio direto, deixando o solo sempre coberto com palha, resultou em aumento considerável das moléstias causadoras das manchas foliares. Assim, fungos como *Pyrenopora chaetomioides* Speg. e outros passaram a ter grande importância e cultivares como UFRGS 19, URS 21, URS 22 e URS Guapa mostram boa tolerância à mancha dos grãos, mesmo em ambientes favoráveis à moléstia.

Cevada

Embora introduzida no início da colonização, a cevada (*Hordeum vulgare* L.) foi cultivada comercialmente no Brasil somente a partir de 1930. Desde então, o cultivo é exclusivo para a produção de grãos com qualidade própria para fabricação de malte destinado à indústria cervejeira. Em toda sua história, a produção nacional é feita sob contrato formal entre produtor ou cooperativas e a indústria de malte, o qual define, antes do plantio, a cultivar, o volume da produção, o padrão de qualidade na entrega e o preço do produto recebido. Atualmente, são consumidos cerca de 1 milhão de toneladas por ano de malte e, dessas, apenas 30 % são produzidas localmente, colocando o País entre os maiores importadores. Três maltarias, instaladas entre 1979–1999, localizadas em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, em Guarapuava, no Paraná, e em Taubaté, no Estado de São Paulo, estão em atividade no Brasil. Estima-se que sejam necessárias 420 mil toneladas anuais de cevada para atender o somatório da demanda das maltarias, da indústria de sementes e as quebras de ambos os processos (MINELLA, 2001). Nas últimas quatro décadas, a produção doméstica supriu entre 10 % e 80 % do consumo, sendo de 75 % a média de suprimento nos últimos anos. Entre as barreiras para o não atingimento do auto-abastecimento, destaca-se a instabilidade das safras, em qualidade ou quantidade, em razão das condições adversas de clima (temperatura e umidade) e de solo (acidez, fertilidade) para a espécie. A região mais adequada à produção, considerada tradicional atualmente, concentra-se subtropicalmente, nos planaltos do centro-sul do Paraná, centro-oeste de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul. Recentemente, a cevada vem sendo produzida também na região tropical, em plantio irrigado nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal (SILVA et al., 2000).

As primeiras pesquisas e atividades de melhoramento de cevada no Brasil ocorreram no início de 1920 (ÁRIAS, 1995). De 1940 a 1976, o esforço em melhoramento foi liderado pelo setor privado, por meio das companhias cervejeiras. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por intermédio do Centro Nacional de Pesquisa e Trigo, hoje Embrapa Trigo, iniciou programa próprio de melhoramento em 1976, como suporte tecnológico

ao Plano Nacional de Auto-suficiência em Cevada e Malte (Planacem). A base genética inicialmente utilizada foi formada por cultivares e linhagens desenvolvidas no Brasil e por materiais de diversas regiões do mundo. Apesar dos contrastes no aporte de recursos e das dificuldades impostas pelo ambiente, de modo geral, o progresso alcançado localmente é similar ao conseguido em outros países. A média de rendimento da última década, de 2.320 kg/ha, suporta esta afirmação (Tabela 1). Mais tolerantes à acidez e melhor adaptadas a solos pobres, as cultivares FM 404 e Antartica 01 viabilizaram, nos anos de 1960, a expansão da produção das regiões das colônias para as de agricultura mecanizada nas zonas de campo. Cultivares de ciclo precoce foram definitivas para a inclusão da cultura no sistema de duas safras por ano na mesma área, estabelecido no Sul do País a partir do advento da soja. O potencial de rendimento continuou sendo substancialmente aumentado nos anos de 1970 com o lançamento das cultivares FM 424, MN 599, BR 2, MN 698, Embrapa 128 e BRS 195. Na região tradicional, em anos favoráveis, com cultivares de menor porte, grãos e índice de colheita maiores, rendimentos acima de 5 mil kg/ha são, atualmente, obtidos em lavouras comerciais. No Cerrado, produtividades acima de 7 mil kg/ha já foram alcançadas em lavoura comercial. A qualidade do malte de cevada nacional melhorou significativamente a partir do cultivo de ‘MN 599’, ‘MN 698’ e ‘Embrapa 127’, principalmente nos parâmetros rendimento de extrato, teor de proteínas e poder enzimático (MINELLA, 2005). Avanços altamente significativos foram obtidos, também, na resistência das cultivares a doenças. ‘BR 2’, lançada em 1989, foi a primeira cultivar com alto nível de resistência à mancha-reticular [*Drechslera teres* (sacc.) Shoemaker], a mais comum e destrutiva doença no País na época. ‘Embrapa 43’, lançada em 1995, representou avanço sobre ‘BR 2’ por apresentar, também, nível satisfatório de resistência ao oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei* L.) (SILVA; MINELLA, 1996). Da mesma forma, ‘Embrapa 127’, lançada em 1997, combina resistência à mancha-reticular e à ferrugem-da-folha (*Puccinia hordei* Oth.). As cultivares ‘BRS 195’ e ‘BRS 224’, lançadas em 2000 e 2002, respectivamente, destacam-se pela resistência às três principais doenças foliares (mancha-reticular, oídio e ferrugem-da-folha) prevalentes no País. Essas cultivares viabilizaram produções comerciais com até duas aplicações de fungicida a menos do que com as cultivares suscetíveis a estas moléstias. Embora modesto, progresso foi conseguido, também, na tolerância aos estresses da seca e do calor (PERUZZO; ARIAS, 1996). Sob condições de estresse, as cultivares Antartica 05, BR 2 e Embrapa 43 destacam-se por apresentar baixos índices de falha na granação (SILVA; MINELLA, 1996). O porte anão, o colmo forte e o ciclo longo de ‘BRS 195’ (MINELLA et al., 2002) representa grande potencial de progresso na redução de perdas em rendimento ou qualidade por acamamento, bem como viabiliza o escalonamento em épocas de plantio entre 8 e 12 dias mais tarde do que a época normal, prática recomendada para o cultivo de cereais na Região Sul do Brasil.

Tabela 1. Médias de área, produção e de rendimento de cevada no Brasil no período de 1970 a 2005, e porcentagem relativa à década de 1970 para rendimento.

Média	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Porcentagem relativa
Década de 1970	42.962	50.018	1.124	100
Década de 1980	102.947	146.884	1.459	130
Década de 1990	93.812	197.230	2.036	181
Década de 2000	138.425	311.230	2.250	200
Última década ⁽¹⁾	129.889	299.032	2.320	206

⁽¹⁾ 1996–2005

Fonte: Silva e Minella (1996); Minella (2005).

As práticas ou técnicas de manejo da produção desenvolvidas e aprimoradas ao longo dos últimos 40 anos foram, juntamente com o melhoramento varietal, fundamentais para a consolidação da cultura no País. A correção do solo via aplicação de calcário, fósforo e potássio, amplamente realizada na década de 1970, nas chamadas zonas de campo de agricultura mecanizada, permitiu a ampliação da escala de produção nos planaltos dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Adicionalmente, a melhoria biológica do solo pela prática do sistema plantio direto adotada na região produtora de grãos do Sul do País, na década de 1990, tornou a cultura da cevada mais competitiva. O aprimoramento de sistemas de rotação de culturas, épocas de semeadura, espaçamento e população de plantas, bem como do controle químico das principais doenças nos anos 1980 e 1990 consolidaram ainda mais a lavoura nacional. O zoneamento climático para a aptidão da produção com qualidade cervejeira foi decisivo para o estabelecimento da atual região tradicional de cultivo e a inclusão de novas regiões como a do Cerrado.

Apesar dos grandes avanços conseguidos, as cultivares atuais ainda apresentam deficiências em relação a características projetadas no ideótipo varietal para os diversos ambientes. A redução, via genética, da vulnerabilidade da cultura às moléstias depreciativas da qualidade do grão, como a giberela, incitada principalmente por *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, (forma assexuada *Fusarium graminearum* Schwabe) e mancha-marrom (forma assexuada *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker e forma sexuada *Cochliobolus sativus* S. Ito & Kurib Dreschler ex Dastur), especialmente em plantio direto, onde o acúmulo de restos culturais na superfície do solo aumenta o potencial de inóculo desses patógenos, bem como mais resistentes ao acamamento, são presentemente os principais desafios para o melhoramento no País. Embora as perdas por estiagem ou toxidez de alumínio

venham sendo amenizadas pela prática do plantio direto, avanços genéticos na tolerância da espécie à acidez do solo e a estresses associados aos excessos de temperatura e umidade (calor, frio, seca, encharcamento do solo) em fases críticas do desenvolvimento da planta continuam sendo necessários para a manutenção da competitividade da produção doméstica desse cereal.

Para a condição irrigada, o desenvolvimento de cultivares de duas fileiras, competitivas em rendimento de grãos e estabilidade da qualidade, principalmente quanto ao teor de proteínas, é imperativo. Cultivares com essas características, além de fundamentais para a consolidação do Cerrado como região produtora, poderão viabilizar a produção de cevada em novas áreas, como as de solo sem alumínio no Centro-Sul do País (São Paulo, Mato Grosso e Paraná). Com o aumento da demanda de grãos forrageiros para ração, acredita-se que a cevada poderá transformar-se em importante opção para a safrinha de inverno com esta finalidade, perspectiva esta que não pode ser ignorada pelo melhoramento varietal, principalmente o mantido por instituições públicas.

A solução ou minimização, via genética, dos problemas associados à instabilidade das safras na Região Sul, somente com o emprego da metodologia tradicional, é remota. Entretanto, a inclusão, nos programas de melhoramento genético, de metodologias biotecnológicas existentes ou emergentes, como a seleção assistida por marcadores moleculares e a transgenia, aumentará as chances de progresso. Estima-se que no curto prazo a área cultivada com cevada deve estabilizar-se nos patamares atuais na região tradicional e aumentar lentamente na região irrigada. Para longo prazo, acredita-se que a área poderá aumentar nas partes irrigadas, desde que a capacidade de malteação no País seja ampliada.

Triticale

O triticale (*X Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal sintético “produzido pelo homem” com sucesso comercial, desenvolvido com a intenção de unir, nessa nova espécie, as características favoráveis de seus parentais: trigo (*Triticum* spp.), como genitor materno, e centeio (*Secale* spp.), como genitor paterno. A área cultivada no mundo atingiu, em 2004, cerca de 3,5 milhões de hectares em 24 países. No Brasil, o cereal, introduzido em 1961 pelo Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (Ipeas), difundiu-se inicialmente no planalto do Estado do Rio Grande do Sul e depois no centro e no sul dos estados de Santa Catarina e do Paraná. A partir de então, a área aumentou substancialmente, ultrapassando os 130 mil hectares em 2004 (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2005), sendo cultivado, também, nos estados

do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Em geral, a produtividade média de grãos variou entre 1.600 kg/ha e 2.100 kg/ha na última década. O potencial de rendimento de triticale é elevado: em lavouras comerciais e em áreas experimentais, mais de seis toneladas de grãos por hectare já foram obtidas.

Os programas de melhoramento de triticale no Brasil ainda continuam baseados em germoplasma do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt). A Embrapa iniciou o trabalho com triticale em 1977, por meio da Embrapa Trigo, a única instituição, no Brasil, a manter materiais em bancos de germoplasma de triticale e de centeio, caracterizá-los e de realizar cruzamentos para a criação de triticales primários e secundários, octoplóides e hexaplóides (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2004). Esforços têm sido empreendidos para melhor resistência ou tolerância dos genótipos a fatores bióticos e abióticos tais como às doenças (fusariose, manchas foliares, ferrugens, etc.), ao crestamento (alumínio), à germinação em pré-colheita, para melhor qualidade de grãos, ciclo de planta adequado, utilização forrageira para animais, etc. Até 2005, as cultivares eram na sua maioria, completos e de primavera, quando ‘BRS Minotauro’, o primeiro triticale efetivamente desenvolvido no Brasil, foi lançado pela Embrapa Trigo.

Nas safras de 2003 a 2006, foi visível o aumento da área de cultivo de triticale no nordeste do Paraná e no sudeste de São Paulo, evidenciando uma tendência de crescimento do cultivo da espécie nas regiões tropicais e subtropicais do País. Nessa região, severamente castigada por déficit hídrico, o triticale, em função de sua maior tolerância à seca, apresentou satisfatória produtividade de grãos, com adequado peso do hectolitro. Além disso, grande parte da produção de grãos começou a ser utilizada pela indústria moageira, em mistura com farinha de trigo, para a fabricação de biscoitos, pães e outras massas alimentícias. Para atender à crescente demanda por triticale no Brasil nesse período, a pesquisa disponibilizou inúmeros materiais (Tabela 2). Esforços devem ser continuados no melhoramento de novas cultivares e no desenvolvimento de produtos que têm o triticale como matéria-prima para fins específicos.

O triticale, por suas características de tolerância ao déficit hídrico e à acidez do solo, poderá tornar-se grande alternativa de cultivo no Centro-Oeste brasileiro, a exemplo do que ocorreu na Região Sudeste, em sucessão a outras espécies de verão como soja, algodão (*Gossypium* spp.), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.), entre outros. O sistema de cultivo adequado propiciaria menor custo para o agricultor e benefícios diretos pela venda do grão a moinhos da região, ávidos por farinha com menor força de glúten e com as características da farinha de triticale para compor misturas, para produtos específicos. Nascimento Júnior et al. (2004)

Tabela 2. Cultivares de triticale indicadas no Brasil, origem (entidade responsável), ano de lançamento e situação atual de cultivo.

Cultivar	Ano de lançamento	Origem/Entidade Responsável no Brasil ⁽¹⁾	Situação de cultivo e ou indicação
Triticale BR 1-Panda	1985	Cimmyt / Embrapa Trigo	Excluída
CEP 15–Batovi	1985	Cimmyt / Fundacep	Excluída
IAPAR 13–Araucária	1985	Cimmyt / Iapar	Excluída
OCEPAR 1	1985	Cimmyt / Ocepar	Excluída
OCEPAR 2	1985	Cimmyt / Ocepar	Excluída
Triticale BR 2	1987	Cimmyt / Embrapa Trigo	Excluída
Triticale BR 3	1987	Cimmyt / Embrapa Trigo	Excluída
CEP 18–Caverá	1987	Cimmyt / Fundacep	Excluída
IAPAR 23–Arapoti	1987	Cimmyt / Iapar	Em indicação
IAC 1 Juanillo	1987	Cimmyt / IAC	Excluída
CEP 22–Botucarai	1990	Cimmyt / Fundacep	Em indicação
IAPAR 38–Araruna	1990	Cimmyt / Iapar	Excluída
OCEPAR 3	1990	Cimmyt / Ocepar	Excluída
CEP 23–Tatu	1992	Cimmyt / Fundacep	Em indicação
CEP 25–Irapuã	1992	Cimmyt / Fundacep	Excluída
Embrapa 17	1992	Cimmyt / Embrapa Trigo	Excluída
Embrapa 18	1992	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
Triticale BR 4	1992	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
IAPAR 54-OCEPAR 4	1992	Cimmyt / Iapar e Ocepar	Em indicação
IAC 2 Tarasca	1992	Cimmyt / IAC	Em indicação
CEP 28–Guará	1996	Cimmyt / Fundacep	Em indicação
Embrapa 53	1996	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
BRS 148	1998	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
IAC 3 Banteng	1999	Cimmyt / IAC	Em indicação
BRS 203	2000	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
IPR 111	2002	Cimmyt / Iapar	Em indicação
BRS Minotauro	2005	Embrapa Trigo	Em indicação
Fundacep 48	2005	Cimmyt / Fundacep	Em indicação
BRS Ulisses	2006	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação
BRS Netuno	2006	Cimmyt / Embrapa Trigo	Em indicação

⁽¹⁾ **Cimmyt**: Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo; **Embrapa Trigo**: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em Passo Fundo, Rio Grande do Sul; **Fundacep**: Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotrigó (Fundacep Fecotrigó), em Cruz Alta, Rio Grande do Sul; **IAC**: Instituto Agrônomo, em Campinas, São Paulo; **Iapar**: Instituto Agrônomo do Paraná, em Londrina, Paraná; **Ocepar**: antigo departamento de pesquisa do Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado do Paraná, hoje Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), em Cascavel, Paraná.

Fonte: Lhamby e Bacaltchuk (2007).

evidenciaram a utilização de farinha de triticale em mistura com farinha de trigo como estratégia para o País, objetivando a redução de perdas com divisas e a dependência de trigo importado, assim como a contribuição para novo patamar de equilíbrio da balança comercial brasileira.

Centeio

O centeio (*Secale cereale* L.) ocupa o oitavo lugar no mundo, em área, entre os cereais. É cultivado especialmente no centro e no norte da Europa, em climas frios ou secos, em solos arenosos e poucos férteis. Rússia, Polônia, Alemanha, Belarus e Ucrânia, países que mais cultivam centeio, juntos, respondem por 81 % da área mundial. Somente a Rússia e a Polônia representam 56 % da área (FAO, 2004). Nesses países, predominam cultivares de hábito invernal e a cultura destina-se à alimentação animal, humana e à adubação verde. Na Alemanha, por exemplo, dois terços dos pães consumidos são produzidos com farinha de centeio.

No Brasil, o centeio foi introduzido por imigrantes alemães e poloneses há dois séculos e, até hoje, o cultivo é realizado, em grande parte, por descendentes de europeus. De acordo com Baier (1994), a área de centeio no Brasil diminuiu nas décadas de 1960 a 1970, provavelmente em virtude do subsídio dado ao trigo, da extinção de moinhos coloniais e da incidência de doenças. A partir de 1978, o centeio foi equiparado ao trigo quanto ao acesso a crédito agrícola e garantia de preço mínimo pelo produto colhido. Em decorrência, houve acréscimo acentuado na área cultivada. Esse incremento favoreceu forte incidência de ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* Erikss. et Henn.) nos anos seguintes, dizimando as lavouras de centeio e reduzindo a área na safra de 1982/1983, mantendo-se estável até o momento atual. O Rio Grande do Sul é o estado com a maior área de cultivo de centeio no Brasil, 75 % do total ou aproximadamente 6 mil hectares anuais entre 1999 e 2001 e produtividade média em torno de 1.200 kg/ha – com exceção do ano 2000, em virtude da ocorrência do fenômeno El Niño durante a fase reprodutiva da cultura, que limitou a produtividade final de grãos.

O centeio é planta rústica, com elevada adaptação ao clima da Região Sul do Brasil, produzindo, nessa condição, palhada em grande quantidade. O cereal produz, nos tecidos da planta e em exsudados das raízes, componentes alelopáticos que inibem a germinação e o crescimento de significativo número de espécies. Esses efeitos alelopáticos, associados à habilidade competitiva, fazem do centeio alternativa atrativa no manejo de plantas daninhas em culturas de modo geral (ROMAN et al., 2004).

As sementes atualmente disponíveis no Brasil são, em sua maioria, oriundas de populações coloniais ou de origem desconhecida. A Embrapa possui

registradas as cultivares Centeio BR 1 e BRS Serrano, e o Iapar, a IPR 89. Apesar da pequena disponibilidade de sementes no mercado, é notado significativo aumento das áreas de multiplicação por produtores de sementes no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no Paraná. Com exceção da 'BRS Serrano', as demais cultivares foram desenvolvidas procurando a resistência à ferrugem do colmo. Contudo, atualmente, BR 1 apresenta suscetibilidade e IPR 89, dependendo do local, reação variável, de suscetível a resistente.

A cultivar BRS Serrano foi registrada em 2005 para cultivo nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Essa cultivar tem ciclo mais longo que 'Centeio BR 1' e grande aplicabilidade para cobertura de solo, pastoreio e utilização do grão na alimentação humana.

Os maiores esforços no melhoramento dessa espécie deverão estar orientados para melhores rendimento (grãos e forragem), sanidade e adaptação ampla. A pesquisa deverá desenvolver novas cultivares e, principalmente, processos industriais com a farinha e o grão de centeio.

Referências

ALMEIDA, J. L.; SILVA, A. C.; CLAZER, E. R. Reação de Cultivares de Aveia à geadas na região centro-sul do Estado do Paraná em 2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., Lages, SC., 2001. p. 361-362.

ÁRIAS, G. **Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur**. Roma; FAO, 1995.

BAIER, A. C. **Centeio**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1994. 29 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 15).

CONAB. **Séries históricas da área plantada, produtividade e produção de aveia no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/AveiaSerieHist.xls>> Acesso em: 20 nov. 2007.

FAO PRODUCTION YEARBOOK. Rome: FAO, 2004.

FEDERIZZI, L. C. Progressos no melhoramento genético de aveia no Brasil: história, principais resultados e perspectivas futuras. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 22., Passo Fundo, 2002. p. 45-63.

FEDERIZZI, L. C.; BERTAGNOLLI, P.; CARVALHO, F. I. F. Genetics of plant height of oat (*Avena sativa* L.). **Journal of Genetics & Breeding**, v. 50, p. 137-145, 1996.

FEDERIZZI, L. C.; MUNDSTOCK, C. M. Fodder Oats: An overview for South America. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G. (Ed.). **Fodder Oats: a world overview**. Rome: FAO, 2004. p. 37-51.

FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; PACHECO, M. T. P.; BARBOSA NETO, J. F.; SERENO, M. J. C. M. Melhoramento de aveia. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 1999. p. 131-157.

FLOSS, E. L. Pesquisa de aveia: do acadêmico ao desenvolvimento. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 22., Passo Fundo, 2002. p. 27-38.

FLOSS, E. L.; CALVETE, E. O.; EICHLER, L.; GOELLNER, C. I.; REICHERT, J. L.; SEVERO, J. L. Aveia no Brasil. In: **Contribuição do CNPT e UPF para a I Reunião de Especialistas Nacionais do Cone Sul em Aveia, Cevada e Triticale** CNPTrigo- Embrapa, 1985. p. 7-33.

FLOSS, E. L.; DECHEN, A. R.; CARMELO, Q. A. C.; MONTEIRO, F. A. Oat genotype evaluation to aluminum toxicity. In: SCOLES, G.; ROASNEGEL, B. (Ed.). **INTERNATIONAL OAT CONFERENCE**, 5., Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon: University of Saskatchewan, Canadá, 1996. p. 623-625. jul. 30 ago. 1996.

FLOSS, E. L.; FEDERIZZI, L. C.; MATZEMBACKER, R. G.; CARVALHO, F. I. F.; ALMEIDA, J. L.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, J. C.; GODOY, R.; ASSMANN, I.; MOLIN, R. Análise conjunta do ensaio brasileiro de cultivares recomendadas de Aveia-Branca, 2000. In: **Resultados Experimentais da XXI Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia** Lages, SC., 2001. p. 350-356.

FORSBERG, R.; SHANDS, H. L. Oat Breeding. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding Reviews**, 1989. p. 167-207.

LHAMBY, J. C. B.; BACALTCHUK, B. (Org.). **Informações Técnicas para a safra 2007** trigo e triticale. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007, 114 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 71). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/Indicacoes_trigo-triticale2007.pdf>. Acesso em: 21 jan. 08.

LOCATELLI, A. B.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; WIGHT, C. P. M.; MOLNAR, S. J.; CHAPADOS, J. T.; TINKER, N. A. Loci affecting flowering time in oat under short day conditions. **Genome**, 49, 2006. p. 1528-1538.

MILACH, S. C. K.; FEDERIZZI, L. C. Dwarfing genes in plant improvement. **Advances in Agronomy**, v. 73, p. 35-63, 2001.

MINELLA, E.; SILVA, M. S. e.; ARIAS, G.; LINHARES, A. G. BRS 195 Malting barley cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, p. 321-322, 2002.

MINELLA, E.; ARIAS, G.; LINHARES, A. G.; SILVA, M. S. e. Cevada BR 2: cultivar de cevada cervejeira resistente à mancha-reticular causada por *Pyrenophora teres*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, 1999. p. 2.163-2.168.

MINELLA, E. Adapting barley to unfavorable environments: results from Brazil. In: **INTERNATIONAL BARLEY GENETICS SYMPOSIUM**, 8., 2000, Adelaide: **Proceedings...** Adelaide: Adelaide University, Department of Plant Science/Grains Research & Development Corporation, v. 3, 2000. p. 267-268.

MINELLA, E. Desafios e potencialidades do melhoramento genético de cevada no Brasil. In: **REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA**, 21., 2001, Guarapuava. **Anais e Ata**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. p. 31-40

MINELLA, E. Melhoramento de cevada. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 253-272.

NASCIMENTO JUNIOR, A. do; BAIER, A. C.; TEIXEIRA, M. C. C.; WIETHÖLTER, S. Triticale in Brazil. In: MERGOUM, M.; MACPHERSON, H. G. (Org.). **Triticale Improvement And Production**. 1 ed. Roma: FAO, 2004, v. 1, p. 93-98.

NASCIMENTO JUNIOR, A. do; WIETHÖLTER, S.; BAIER, A. C. Triticale production in Brazil. In: **INTERNATIONAL TRITICALE ASSOCIATION**. (Org.). **Triticale Topics – International Edition**, **Armidale**, New England, Australia, n. 20, p. 20-21, 2005.

NAVA, I. C.; DELATORRE, C. A.; DUARTE, I. T. de L.; PACHECO, M. T.; FEDERIZZI, L. C. Inheritance of aluminum tolerance and its effects on grain yield and grain quality in oats (*Avena sativa* L.). **Euphytica**, v. 148, p. 353-358, 2006.

ROMAN, E. S.; RODRIGUES, O.; VARGAS, L.; THEISEN, G. Manejo e controle de plantas daninhas em trigo. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 637-652, 2004.

SÁNCHEZ-MONGE, E. Hexaploid Triticale. In: JENKINS, B. C. (Ed.). **Triticale**. Proceedings of First International Wheat Genetics Symposium. Winnipeg, Manitoba, Canada: University of Manitoba, 1958. p. 181-194.

SANCHES-CHACÓN, C. D.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; PACHECO, M. T. Variabilidade genética e herança da tolerância à toxicidade do alumínio em aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1797-1808, 2000.

SILVA, D. B. da; GUERRA, A. F.; MINELLA, E.; ARIAS, G. BRS 180 - Cevada cervejeira para cultivo irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, 2000. p. 1689-1694.

SILVA, M. S.; MINELLA, E. Sterility in brazilian malting barley cultivar and lines. In: INTERNATIONAL OAT CONFERENCE, 5., AND INTERNATIONAL BARLEY GENETICS SYMPOSIUM, 7, Saskatoon, SK, Canadá. **Proceedings....** Saskatoon-SK, Canada, University of Saskatchewan, 1996.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 652 p.

Literatura recomendada

BARBOSA NETO, F. F.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Progressos em caracteres de importância agrônômica em aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE AVEIA. 16., Florianópolis, 1996. p. 98-101.

EGATEA. Revista da Escola de Engenharia de Porto Alegre. **Noticiário da Escola da Engenharia - Instituto Experimental de Agricultura** p. 244-245, 1923.

JENKINS, B. C. History of the development of some presently promising hexaploid Triticales. **Wheat Information Service**, v. 28, p. 18-20, 1969.

KISS, Á. Triticale breeding experiments in Eastern Europe. In: MACINTYRE, R.; CAMPBELL, M. (Ed.). **Triticale**. Proceedings of an International Symposium 1973, El Batán, México. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, p. 41-50, 1974.

MARTINELLI, J. A. Oat diseases and their control. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G. (Ed.). **Fodder Oats: a world overview**. FAO, 2004. p. 197-214.

NASCIMENTO JUNIOR, A.; BAIER, A. C.; ROMAN, E. S.; MACIEL, J. L. N.; FERNANDES, J. M. C.; SALVADORI, J. R.; VARGAS, L.; DEL DUCA, L. de J. A.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; WIETHÖLTER, S. **Cultivo de centeio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. (Embrapa Trigo. Sistema de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/CultivodeCenteio/index.htm>>. Acesso em: 14 dez. 2006.

OETTLER, G. The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, p. 329-346, 2005.

RIMPAU, W. Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. **Landwirtschaftliche Jahrbücher**, v. 20, p. 335-371, 1891.

Capítulo 5

A soja no Brasil: mais de 100 anos de história, quatro décadas de sucesso

Romeu Afonso de Souza Kiihl
Éberson Sanches Calvo

A primeira notícia da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no Brasil data de 1882 quando, segundo Gustavo D’Utra, professor da Escola Agrícola da Bahia, um sítante baiano semeou as primeiras sementes, cuja origem não se sabe ao certo. Embora a porta de entrada da cultura no Brasil tenha sido um estado da região tropical, a soja seguiu rumo ao Sul do País, passando por São Paulo, onde foi plantada em 1892 na Estação Agronômica de Campinas, hoje, Instituto Agronômico (IAC). Mas foi no Rio Grande do Sul que ela, realmente, estabeleceu-se pela primeira vez como cultura economicamente viável, sendo incentivada, no fim da década de 1950, como cultura sucessora às lavouras de trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.). Estava aí desencadeado um processo que, em conjunto com uma série de outros fatores, resultou no crescimento da cultura no País.

De 1882 até hoje, a cultura da soja teve de ser reinventada. Foi da Bahia para o Rio Grande do Sul, onde se iniciou como espécie forrageira. Transformou-se numa oleaginosa e, atualmente, é valorizada, sobretudo, pelo teor e qualidade protéica do seu farelo, além do óleo produzido. A soja é um dos pilares centrais do agronegócio no Brasil. Do total de vendas de agroquímicos no País, aproximadamente, 50 % são feitas para a cultura. Hoje, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção mundial e as previsões de crescimento sugerem que o País ocupará a primeira posição até 2012. As exportações do complexo da soja atingiram US\$ 11,4 bilhões em 2007 (MINISTÉRIO, 2008), correspondente a algo próximo de 8 % do total das receitas cambiais brasileiras (ABIOVE, 2007). Nos anos de 1976 e 1977, chegaram a representar quase 18 % dessas receitas.

Nos últimos 30 anos, a cultura alavancou a agricultura de vários estados do País. A reboque da soja, como alternativa de rotação ou mesmo de sucessão,

vieram outras culturas. Exemplo disso é o algodão (*Gossypium ssp.*) no Mato Grosso, onde já se produzem 50 % da produção brasileira. A cultura da soja foi a mola propulsora para a ocupação do Cerrado, região onde é produzida mais de 50 % da soja brasileira.

Uma das formas mais claras de se notar o sucesso da cultura no Brasil é pela análise da evolução da produção, área e produtividade da cultura ao longo dos anos (Fig. 1). É marcante a evolução da produção, conseqüência não só de aumento de área plantada, mas também de ganhos significativos de produtividade. Os ganhos de produtividade foram maiores do que aqueles obtidos por outros países em desenvolvimento, como a China e a Índia, equiparando o Brasil às produtividades médias obtidas em países com condições produtivas superiores como os Estados Unidos da América e a Argentina.

Fig. 1. Evolução comparativa da área, produção e produtividade da soja nos cinco principais países produtores.

Fonte: FAO <www.fao.org>.

As sete chaves do sucesso da soja no Brasil

Várias foram as razões que determinaram esse sucesso, sendo enfatizadas as relacionadas com aspectos técnicos de produção da cultura. Não obstante, alguns programas federais de incentivo fiscal-financeiro ao desenvolvimento regional devem ser apontados como, por exemplo, o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado (Prodecer), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), e o Programa de Assentamentos Dirigido ao Alto Parnaíba (Padap), que facilitaram o estabelecimento de infra-estrutura de armazenagem e comercialização da produção, desempenhando papel fundamental no processo de expansão da cultura no País (GUANZIROLI, 2007). Deve-se lembrar também que o maior incentivo vem do retorno econômico com a cultura. Desde o seu início em escala comercial no Brasil, nos anos de 1960, a soja foi beneficiada pelo aumento crescente das oportunidades no mercado internacional de óleo e de proteína, com preços determinados pela Bolsa de Chicago e, ao longo dos últimos anos, tem mantido sua demanda firme, ainda que, mais recentemente, a situação cambial tenha diminuído preços no mercado interno.

Entre as principais razões para o sucesso da cultura da soja no Brasil destacam-se:

a) Clima, topografia e estrutura fundiária. A soja encontrou no Brasil, e com especial ênfase na Região Centro-Oeste (Cerrado), clima favorável, especialmente em relação a temperaturas adequadas ao cultivo durante todo o ano. Apesar da existência de uma estação seca no outono–inverno, a primavera e o verão apresentam chuvas abundantes e bem distribuídas. Ao contrário da Região Sul, de clima subtropical, onde o outono–inverno apresenta chuvas consideráveis, mas as baixas temperaturas limitam o cultivo da cultura nessa época do ano.

No Sul do Brasil, a expansão se deu em áreas de cultivos menores e mais intensos, como o do café no Estado do Paraná. Na região central do Brasil, a soja foi inicialmente cultivada em áreas de abertura do Cerrado, cerrados recentemente desbravados e de pastagens, que se caracterizavam por grandes extensões de relevo muito plano.

Assim, estava formada a base para o estabelecimento das grandes empresas agrícolas que, atualmente, cultivam soja na região do Brasil Central. O relevo plano facilitou a mecanização que, por sua vez, permitiu ganhos de produtividade e garantiram ganhos com aumento da escala. Hoje, pode-se dizer que a soja, no Brasil, é produzida em duas regiões bem distintas (Sul e

centro) não só pelo clima e topografia, mas também pela dimensão das propriedades produtoras. Enquanto nos estados da região central (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás) mais de 50 % das propriedades produtoras de soja têm área superior a 1.000 hectares, nos estados da Região Sul (Paraná e Rio grande do Sul) esse percentual é menor que 10 % (IBGE, 2007). Esses ganhos de escala foram fundamentais para o processo de estabelecimento da cultura na Região Centro-Oeste, ainda muito deficiente em logística de transporte, que implica em maior custo de produção e comercialização (NASCINBENI, 2006).

b) Baixa fertilidade do solo passível de correção. Uma característica intrínseca de grande parte dos solos brasileiros em que a soja é cultivada, em especial na região do Cerrado, é a sua baixa fertilidade. De modo geral, os teores de fósforo são muito baixos, a acidez do solo elevada e normalmente associada a altos teores de alumínio tóxico (ROSOLEM et al., 2004). Essa situação contrasta muito com a situação dos solos norte-americanos e, portanto, a experiência dos Estados Unidos da América – país pioneiro no cultivo da espécie em larga escala – não pôde ser diretamente aplicada no Brasil. Assim, a compreensão das necessidades nutricionais da soja nos trópicos e a correção da fertilidade do solo foi uma etapa básica na evolução do cultivo da soja no País.

Nesse âmbito foram desenvolvidos desde métodos de calibração e avaliação de teores de nutrientes nos solos e nas plantas até as melhores formas de aplicação de corretivos e fertilizantes. Para tanto, houve a contribuição de diferentes pesquisadores e instituições, com destaque para as pesquisas desenvolvidas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); no Instituto Agrônomo (IAC); no Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar); no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); no Centro Nacional de Pesquisa da Soja (Embrapa Soja), bem como várias empresas estaduais de pesquisa, a exemplo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig); da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (Emgopa), atual Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás (Emater-GO); da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (Empa); da Empresa Mato-Grossense de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (Empaer-MT); da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (Epaba); e da Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (Emapa).

Essas instituições conduziram estudos de curto e longo prazos, gerando vasto conhecimento na área. Apesar de boa parte desses estudos estarem consolidados, é necessário dizer que essa é uma área dinâmica em que novas necessidades foram estabelecidas no decorrer do processo. Por exemplo, a

ampla adoção da tecnologia do plantio direto faz com que muitos desses estudos tenham de ser revistos ou que novos problemas surjam (LANDERS, 2004). O próprio aumento do potencial genético produtivo das novas cultivares de soja, bem como a adoção do cultivo da soja tolerante ao glifosato, suscita a necessidade de novos estudos de nutrição e adubação da soja nos solos brasileiros (CAKMAK, 2007; LOECKER et al., 2007).

c) O espírito pioneiro dos gaúchos. O Estado do Rio Grande do Sul não foi somente o berço do cultivo da soja no Brasil, mas também o da formação de uma legião de sojicultores que, rapidamente, migraram para outros estados da Nação em busca de terras mais baratas para o cultivo da espécie. Inicialmente, os gaúchos conquistaram o oeste e o sudoeste do Estado do Paraná, mas rapidamente cruzaram a fronteira com o Mato Grosso do Sul, iniciando, assim, a “conquista” do Cerrado. Dali partiram para os estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Maranhão. O espírito aventureiro dos gaúchos, aliado à disposição, à capacidade de trabalho, ao cultivo de valores e à perseverança, foi fundamental para o sucesso da soja nos trópicos do Brasil, haja vista o percentual de sojicultores nativos desses estados ser, ainda, muito pequeno. Na seqüência, os passos dos gaúchos foram seguidos por paranaenses e paulistas.

d) Disponibilidade de recursos humanos e criação da Embrapa Soja.

Muito antes que a expansão do cultivo da soja se iniciasse, no fim da década de 1960 e início dos anos de 1970, houve um período grande de experimentação com a cultura, fruto do trabalho de vários técnicos e pesquisadores. A evolução da soja nesse período está muito bem documentada por Miyasaka e Medina (1981), que relatam com detalhes todos os envolvidos nesse processo. Sem querer desmerecer outras iniciativas, devem ser destacados os esforços empenhados nos estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo.

Os trabalhos no Rio Grande do Sul foram iniciados ainda na década de 1930, conduzidos nas estações experimentais da Secretaria Estadual de Agricultura. Com a falta de recursos públicos e o aumento da demanda por informações por parte dos produtores e das indústrias do setor, foi criado, em 1963, o Instituto Privado de Fomento à Soja (Instisoja), que passou a fomentar as pesquisas nas entidades públicas estaduais, como o Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro), órgão da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, ou federais, como o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (Ipeas).

No Estado de São Paulo, a pesquisa com a soja ganhou corpo a partir de 1921, sob a direção de Henrique Lobe, na Estação Experimental de São Simão, vinculada ao Ministério da Agricultura. Em 1926, os trabalhos foram iniciados no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (atual IAC) e se expandiram,

a partir de 1935, com a vinda do engenheiro agrônomo Neme Abdo Neme. No início da década de 1950, a Secretaria Estadual da Agricultura e o Sindicato da Indústria de Óleo do Estado de São Paulo firmaram um entendimento para a criação da “Campanha da Soja” (esse, talvez, seja um dos primeiros exemplos bem-sucedidos de parceria público-privada na pesquisa de soja no Brasil). Em 1955, um decreto estadual criou o Serviço de Expansão da Soja (SES), liderado pelo engenheiro agrônomo José Gomes da Silva, visando à coordenação da experimentação e à difusão da cultura da soja. As iniciativas no Estado de São Paulo tiveram impacto também em outros estados, em especial no Estado do Paraná.

Essa base de experimentação e de difusão da cultura da soja feita no Rio Grande do Sul e em São Paulo teve como consequência não só a geração das informações técnicas necessárias para alavancar o desenvolvimento da cultura no País, mas também, principalmente, a formação da massa crítica de técnicos e de pesquisadores, que mais tarde, em 1975, viabilizaram a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSO) (hoje Embrapa Soja), Unidade Descentralizada da Embrapa, referência mundial em pesquisa da espécie.

Além da atuação direta em pesquisa e desenvolvimento, o CNPSO atuou, também, na formulação e coordenação do Programa Nacional de Pesquisa de Soja, que definia as prioridades da pesquisa em âmbito nacional, criando interação com a pesquisa em outras importantes instituições públicas como a Emgopa, a Epamig, o Ipagro, a Emapa, a Epaba, a Empa, a Empaer, a Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (Empasc) – atual Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri) – e o IAC, assim como diversas universidades.

Esse modelo de interação com instituições estaduais de pesquisa funcionou muito bem até o fim da década de 1980, quando essas instituições, em sua grande maioria, estavam sem recursos para custeio de pesquisa. Assim, no início dos anos de 1990 nasceu um novo modelo (TOLEDO et al., 2004) para dar sustentação aos programas de pesquisa em soja da Embrapa, particularmente as pesquisas com melhoramento genético: foram criados convênios com fundações privadas, sem fins lucrativos, na sua maioria composta por produtores de semente de soja.

Finalmente, outro aspecto importante foi que, no CNPSO, criou-se uma visão de pesquisa, ainda que informal, em que o melhoramento genético teve apoio e interagiu com as mais diferentes áreas de pesquisa (sementes, fitopatologia, entomologia, microbiologia, etc.). Essa visão multidisciplinar trouxe importantes resultados.

e) Manejo da cultura Um dos fatores mais importantes para o sucesso da soja no Brasil foram as mais diversas tecnologias de manejo (além daqueles

relativos à fertilidade do solo, apontados anteriormente) implantadas no decorrer dos anos, fruto dos excelentes trabalhos de pesquisa com a cultura no País. Dentre tais tecnologias, destacam-se a implantação do plantio direto, a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e o manejo integrado de pragas (MIP).

Os trabalhos com o plantio direto começaram no início da década de 1970 e, hoje, mais de 80 % da soja brasileira é cultivada sob esse sistema (RALLY SAFRA, 2006). A adoção do plantio direto garantiu a sustentabilidade do cultivo da soja na maior parte do Brasil, em especial nos estados do Sul, onde as condições de relevo proporcionavam grandes perdas de solo e de água por erosão após o preparo convencional do solo (LANDERS, 2001; DERPSCH, 2007). Além dos benefícios de redução de perda de solo, o plantio direto maximizou a utilização de terras e máquinas da propriedade, reduziu os gastos com combustíveis, aumentou os teores de matéria orgânica, etc. No entanto, a sua adoção requer preparo prévio adequado da área, o que nem sempre foi feito e, portanto, é possível que muitas das áreas sob plantio direto no País possam ser ainda melhoradas. Finalmente, é necessário ressaltar que a adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) na soja contou com o esforço pioneiro de alguns agricultores e ganhou corpo a partir do desenvolvimento de herbicidas adequados para efetivo controle de ervas daninhas na cultura.

O uso de inoculantes à base de *Bradyrhizobium* também representou grande contribuição para a cultura no Brasil. Resultados de pesquisas brasileiras sugerem que a fixação simbiótica de nitrogênio contribui com 72 % a 94 % do nitrogênio total acumulado pela soja, enquanto estudos similares feitos na Austrália encontraram valores de 53 % (HUNGRIA et al., 2004a). É possível que, nas condições tropicais brasileiras, a fixação de nitrogênio exerça importância ainda maior do que em solos de origem sedimentar e com teores mais elevados de matéria orgânica, ou mesmo que recebam maiores adubações à base de nitrogênio, como, por exemplo, os solos do Meio-Oeste americano.

Assim, os trabalhos com o objetivo de identificar estirpes de bactéria mais eficientes na fixação simbiótica de nitrogênio, e com alta capacidade de competição no solo, bem como aqueles que identificaram os fatores mais importantes para os processos de nodulação e fixação de nitrogênio, foram cruciais para o cultivo de soja no Brasil sem a necessidade de adição de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA et al., 2004b). Esses estudos, fundamentais para garantir a competitividade da cultura, iniciaram ainda na década de 1950, mas foi nos anos de 1970 que a maior parte deles se desenvolveu, acompanhando a expansão da cultura pelo País.

Outra tecnologia que contribuiu para o sucesso da cultura da soja no Brasil foi o desenvolvimento e a adoção do MIP, fruto dos inúmeros trabalhos de

pesquisa que visaram estudar métodos de controle de insetos-praga. Esses diferentes métodos foram integrados de forma que pudessem manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, sendo esse determinado a partir de amostragens periódicas na população de insetos-praga da lavoura, bem como a população de inimigos naturais presentes. O sucesso do MIP foi resultado, em grande parte, do trabalho da extensão rural oficial (PANIZZI, 2006a).

Dentre as alternativas de controle, foram desenvolvidos métodos de controle biológico dos principais insetos-praga da cultura, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis* Hübner) (MOSCARDI, 1989) e o percevejo (*Nezara viridula* L.) (CORRÊA-FERREIRA, 1993). No caso da lagarta-da-soja, o controle biológico com o baculovírus chegou a ser utilizado em mais de um milhão de hectares (PANIZZI, 2006a) e talvez seja um dos melhores exemplos de uso do controle biológico na agricultura. Juntamente com os trabalhos de melhoramento genético para resistência a doenças, essa conquista possibilitou, por longo tempo, o cultivo da soja com um mínimo de aplicação de agrotóxicos.

f) Acesso a germoplasma e treinamento. A trajetória de sucesso da cultura da soja no Brasil se deve, também, às características intrínsecas da espécie. Uma espécie com plasticidade suficiente para se adaptar às diferentes condições ambientais de um país extenso como o Brasil, produzindo grãos com teores médios de 40 % de proteína e 20 % de óleo. Apesar de ser oriunda de país de clima temperado, a variabilidade genética existente na espécie possibilitou adaptá-la às condições dos trópicos. Portanto, um fator importante para o sucesso da cultura no Brasil foi a disponibilidade de germoplasma para o melhoramento genético.

A origem das pesquisas com o melhoramento genético da soja no Brasil se deu a partir de programas de melhoramento dos Estados Unidos da América, especialmente do sul do país. Os primeiros materiais (Bragg; Davis, etc.) cultivados em escala comercial no Rio Grande do Sul foram resultado de introduções de cultivares norte-americanas. Na seqüência, iniciaram-se introduções de linhagens avançadas, vindas de programas de melhoramento dos estados da Flórida, Mississipi e Carolina do Norte.

Tão importante quanto o acesso ao germoplasma foi a possibilidade de treinamento de pesquisadores brasileiros em cursos de mestrado e doutorado nas principais universidades norte-americanas, a exemplo da Mississipi State University, University of Florida, da Purdue University e da University of Illinois.

g) Pesquisa em genética e melhoramento. Uma análise de regressão nos dados de produtividade da soja no Brasil durante os anos de 1984–2005 permite estimar um ganho médio anual de produtividade de 52 kg/ha por ano (Fig. 2).

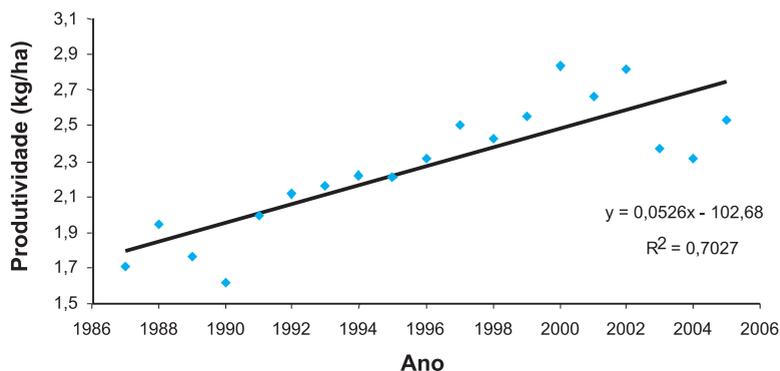


Fig. 2. Ganho médio anual em produtividade (kg/ha) de soja nas últimas duas décadas.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados de produtividade da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Mas quanto desse ganho resulta de contribuição direta do melhoramento genético? Embora essa não seja uma pergunta simples de ser respondida, é possível fazer estimativas do ganho genético de produtividade. A Tabela 1 apresenta resultados obtidos para estimativas do ganho genético no melhoramento de soja em diferentes países. Percebe-se que, na média, o Brasil apresentou os maiores ganhos genéticos com 26,4 kg/ha por ano. Comparando essa estimativa aos ganhos médios anuais em produtividade (Fig. 2) de soja no Brasil, conclui-se que esse valor corresponde a, aproximadamente, 50 % dos ganhos anuais de produtividade.

E quais foram as grandes contribuições tecnológicas do melhoramento genético da soja no Brasil que permitiram esses ganhos? Sem dúvida, uma delas foi a melhora do potencial genético produtivo genético per se. Mas outras duas grandes contribuições do melhoramento genético da soja no Brasil podem ser destacadas.

A primeira foi a adaptação da soja às baixas latitudes por meio da introdução de genes para período juvenil longo no germoplasma brasileiro, identificado pelo melhorista Romeu Afonso de Souza Kiihl, enquanto pesquisador na Embrapa Soja. Esse foi o ponto de partida para a difusão da cultura para o Cerrado. As cultivares portadoras dessa característica, recessiva e controlada por um, dois ou mais genes, dependendo do genótipo, não florescem antes que seu período juvenil, ou subperíodo vegetativo, seja completado, mesmo quando plantadas em condições de dias curtos. Com isso, foi possível cultivo da espécie, originária de países de clima temperado, até mesmo nas baixas latitudes de um país tropical como o Brasil. Aliou-se a essa adaptação excelente potencial genético produtivo à planta. Não raro são obtidas linhagens com produtividade média de até 6 mil kg/ha em ensaios de rendimento. Tal potencial tem se refletido nos campos do Cerrado onde, freqüentemente, encontram-se lavouras com produtividade média acima de 4,2 mil kg/ha.

Tabela 1. Progresso (kg/ha.ano) com melhoramento genético de soja obtido em diferentes países do mundo.

Autor	Período	Ganho (kg/ha.ano)	País
Boerma (1979)	1942–1973	13,7	EUA
Specht e Williams (1984)	1902–1977	10,0 - 21,0	EUA
Ustun et al. (2001)	1940–1987	14,0	EUA
Wilcox et al. (2001)	1941–1999	27,8	EUA
Karmakar e Bahtnagar (1996)	1969–1993	22,0	Índia
Voldeng et al. (1997) ⁽¹⁾	1934–1976	9,3	Canadá
Voldeng et al. (1997) ⁽¹⁾	1976–1992	13,0	Canadá
Toledo et al. (1990) ⁽¹⁾	1980–1985	48,2	Brasil
Toledo et al. (1990) ⁽¹⁾	1980–1985	22,8	Brasil
Alliprandini et al. (1993) ⁽¹⁾	1985–1990	24,1	Brasil
Alliprandini et al. (1993) ⁽¹⁾	1985–1990	10,8	Brasil
Média Brasil		26,4	

⁽¹⁾ Estes autores estratificaram as estimativas para cultivares com diferentes ciclos.

A segunda, dando sustentação à primeira, foram os diversos trabalhos em melhoramento para resistência genética às doenças mais expressivas da cultura: pústula-bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* Nakano), mancha-olho-de-rã (*Cercospora sojina* Hara), cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *Meridionalis* Morgan-Jones), nematóide-de-cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe), nematóide-de-galha [(*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* Treub], vírus do mosaico-comum-da-soja (“*Soybean mosaic virus*”, SMV), etc. Todos esses problemas foram solucionados geneticamente num trabalho conjunto de melhoristas e fitopatologistas.

Diversos fatores essenciais possibilitaram esse rápido avanço no melhoramento genético da soja. O primeiro é reflexo de considerações feitas anteriormente, ou seja, disponibilidade de recursos humanos e germoplasma. O segundo fator essencial foi a formação de uma rede de experimentação compartilhada pelos diversos programas de melhoramento genético de soja, públicos e privados, como a Embrapa; o departamento de pesquisa do Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado do Paraná (Ocepar), hoje Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec); a FT Pesquisa e Sementes; a Indústria e Comércio de Sementes Ltda. (Indusem); a Cooperativa

Agrícola de Cotia; a Federação das Cooperativas de Trigo e Soja do Rio Grande do Sul (Fecotrigo); o Ipagro; a Emgopa; a Epamig; a Empa; a Epaba; a Emapa; a Empasc; e a Empaer. Por meio dessa rede de testes, as linhagens eram avaliadas conjuntamente (ensaios intermediários e finais) e todos participantes tinham acesso não só aos resultados dos ensaios, mas também ao germoplasma, para fins de cruzamento. Ou seja, uma vez identificada uma linhagem superior, ela podia ser, rapidamente, recombinada com outras linhagens-elite de cada um dos programas. Portanto, 4 a 5 anos antes de chegar às mãos do agricultor na forma de nova cultivar.

Esse compartilhamento de experimentação praticamente deixou de existir após o estabelecimento da Lei de Proteção de Cultivares (LPC) em 1997. Se os programas de melhoramento genético de soja no Brasil forem vistos como um grande programa em seleção recorrente, pode-se dizer que a dissolução dessa rede de experimentação pode impor, no médio e longo prazos, a redução no ganho genético da soja no País.

Mais recentemente (nos últimos 10 anos) outros fatores vieram a contribuir com o melhoramento genético. Um deles tem sido a própria LPC, que incentivou o investimento privado em melhoramento genético de soja. Uma análise das cultivares lançadas no Brasil durante os últimos 40 anos mostra que, nos 8 anos (já descontado o ano de 1998, quando ocorreram muitos lançamentos que estavam no aguardo da nova lei) que sucederam a LPC, foram lançadas aproximadamente 40 % mais cultivares do que nos 30 anos que antecederam a lei (Fig. 3).

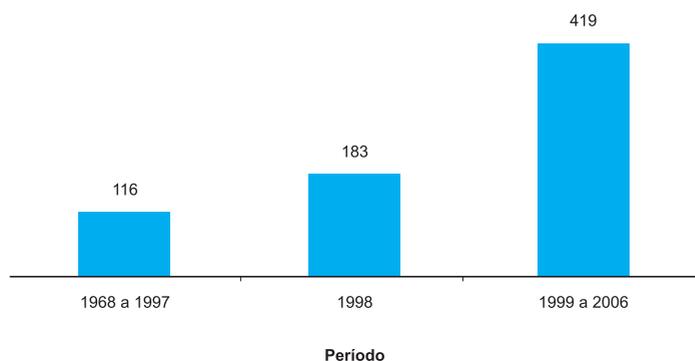


Fig. 3. Número de cultivares de soja lançadas no mercado do Brasil em diferentes períodos.

Fonte: Dados compilados pelos autores a partir do Registro Nacional de Cultivares e da Embrapa Soja.

Outro fator importante foi a mecanização e a automação dos programas de melhoramento genético de soja com plantadeiras pneumáticas, colheitadeiras de parcelas experimentais automotrizes, coletores de dados portáteis, etc., que vêm possibilitando não só aumento na dimensão dos programas, mas, sobretudo, maior precisão experimental para que se possa identificar, mais facilmente, os pequenos ganhos em potencial genético produtivo.

Finalmente, é necessário lembrar que todas as conquistas do melhoramento genético puderam ser rapidamente disseminadas, especialmente no Cerrado,

graças ao estabelecimento de uma indústria de produção de sementes de soja em condições tropicais, nas quais as dificuldades de produção consistente de sementes de boa qualidade fisiológica são maiores (FRANÇA NETO et al., 1994; KRYZANOWSKI, 2004).

Os sete desafios do futuro

A despeito do grande sucesso da cultura da soja no Brasil, não se pode achar que tudo já foi feito ou que, a partir de agora, o progresso continuará acontecendo por inércia de um sistema bem-sucedido. Ao contrário, esse grande sucesso só impõe responsabilidade maior sobre as ações, sobretudo, porque o mundo está em contínua modificação. Várias dessas modificações estão delineadas e se constituem não só em ameaças, mas também em oportunidades para a pesquisa em soja no Brasil.

a) Mudança no perfil do consumidor. O mundo globalizado, em que as informações são veiculadas instantaneamente, faz com que os consumidores estejam cada vez mais exigentes. O Brasil, na posição de maior exportador mundial do complexo soja, deve estar atento a essas exigências sob pena de sofrer deságios ou mesmo perda de mercado. Entre as exigências mais comuns, encontram-se as preocupações com a qualidade do produto e com o impacto socioambiental atrelado à produção de soja no Brasil (GUANZIROLI, 2007).

No que se refere à qualidade do produto, a preocupação maior no curto prazo é o perfil de ácidos graxos da soja, especialmente a presença de gorduras trans geradas no processamento do óleo de soja. Nos Estados Unidos da América existem municípios tentando banir as gorduras trans do cardápio dos estabelecimentos comerciais. Novas cultivares de soja com baixos teores de ácido linolênico ou com altos teores de ácido oléico (nesse caso por meio de transgenia) representam possíveis soluções para esse problema. Há que se garantir o rápido desenvolvimento de cultivares com essas características e que sejam adaptadas aos trópicos brasileiros.

Com relação ao impacto socioambiental da produção, as preocupações estão centradas no cultivo de soja na região da Amazônia Legal, principal área de expansão da soja, ou mesmo em ecossistemas importantes, como o Cerrado. Ou seja, há que se produzir soja de forma sustentável, com menor impacto sobre o homem e o meio ambiente e gerando riquezas que possam ser distribuídas.

Há carência de estudos que identifiquem e quantifiquem os impactos sociais e ambientais do cultivo da soja nesses ecossistemas. Por exemplo, apesar da

reconhecida importância do “efeito estufa”, até o momento não existem estudos conclusivos que quantifiquem o balanço de CO₂ na produção de soja sob plantio direto nas diferentes regiões do País (BERNOUX et al., 2006); e como esse balanço se compara com os ecossistemas naturais ou mesmo com outros tipos de cultivo agrícola. Tampouco o efeito do uso contínuo de agroquímicos no cultivo da soja vem sendo sistematicamente monitorado. Estudos dessa natureza são de médio e longo prazos e devem servir de base para a elaboração racional de normas de produção de soja que possam ser usadas em processos de certificação da produção. Essa é uma oportunidade única para a interação do setor de pesquisa, especialmente de entidades do setor público, como a Embrapa, com o setor produtivo privado, com destaque para empresas de recebimento e processamento de soja como a Bunge Alimentos S.A., a Cargill e a Archer Daniels Midland Company (ADM). Essas empresas fazem a ligação entre o produtor e o consumidor final e têm seus negócios intimamente dependentes da qualidade da produção e do produto final. Nos últimos 30 anos, a Embrapa fez um excelente trabalho na adaptação e desenvolvimento de tecnologias para o cultivo e produção da soja nas regiões subtropical e tropical do Brasil. Talvez tenha chegado o momento de se iniciar o processo na busca de certificação e garantia de qualidade total dessa produção.

b) Mudanças climáticas. Embora a sua causa ainda não seja uma unanimidade entre os cientistas, o aquecimento global parece ser incontestável. Projeções iniciais indicam que o aumento da temperatura (de 1 °C a 5,8 °C) e mudanças no regime de chuvas até o ano 2100 poderão restringir a área potencial de soja no Brasil entre 2 % a 6 % (ASSAD et al., 2006). Portanto, a pesquisa deverá voltar-se para aspectos como o desenvolvimento de soja mais tolerante a altas temperaturas e tolerante à seca, bem como para o manejo de solos visando melhorar a capacidade de conservação de água. Pesquisas sobre tolerância à seca em condições de campo sempre foram difíceis de serem conduzidas em razão da variabilidade espacial e temporal na ocorrência do fenômeno. Essa, talvez, tenha sido a maior razão para a falta de progresso nessa área de pesquisa com a cultura. Assim, esses ensaios poderiam trazer mais resultados se fossem conduzidos em uma ampla rede de pesquisadores de diferentes instituições públicas e privadas. Experiência semelhante vem sendo feita com aparente sucesso nos Estados Unidos da América (ORF et al., 2004). Essas mudanças climáticas também podem ajudar para que mais atenção seja dada às pesquisas com o sistema radicular e com a rizosfera da cultura da soja. Por exemplo, um aumento na biomassa da raiz em detrimento da parte aérea poderia trazer vários benefícios para a cultura (REICOSKY, 2004). Aqui o melhoramento genético, agora sob a luz da biologia molecular, poderá contribuir de forma significativa.

c) Novas pragas e doenças. Por tratar-se de um sistema biológico, em que o próprio ambiente de produção está em mudança, a cultura da soja continuará a ser desafiada por novas pragas e doenças. Um dos desafios mais recentes da soja nos trópicos brasileiros veio com o aparecimento da ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. Reportada pela primeira vez no Brasil, ainda no ano de 2001, a doença é considerada a mais importante na produção brasileira (YORINORI, 2006). Isso se deve não só a seu impacto econômico, causando aumento nos custos de produção e perdas de produtividade em razão do controle inadequado, mas também a seu impacto ambiental, pelo aumento do uso de fungicidas para o controle da doença. Apesar de o desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem já ser prioridade em vários programas de melhoramento genético, há ainda muita incerteza quanto à durabilidade dessa resistência. É provável que estratégias múltiplas deverão ser empregadas para garantir a longevidade dessa resistência. A associação do controle químico ao genético pode ser uma alternativa interessante e a pesquisa necessitará desenvolver essas novas estratégias de controle. A alternativa seria o desenvolvimento de cultivares tolerantes que, teoricamente, teriam maior longevidade. O desafio no momento é identificar germoplasma com tolerância à ferrugem-asiática e caracterizar essa tolerância do ponto de vista genético.

d) Manejo integrado de pragas (MIP). Conforme mencionado anteriormente, uma das razões do sucesso da soja no Brasil foi a implantação do MIP. A grande ferramenta do manejo integrado de pragas na soja era o famoso “pano de batida”, usado na amostragem da lavoura, distribuído como brinde por várias empresas produtoras ou revendedoras de agroquímicos na época. Hoje, raramente algum técnico ou produtor possui esse aparato, e as razões para a não-adoção são as mais diversas (QUINTELA et al., 2006). O uso indiscriminado de inseticidas, no entanto, vem causando problemas, tal como o aparecimento de novas pragas que, anteriormente, eram tidas como secundárias. Como exemplo vale citar o aumento nos problemas com ácaro e mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.) por causa do uso excessivo de inseticidas à base de piretróides e o aumento na incidência de ataques de lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens* Walker), possivelmente decorrente do uso excessivo de agroquímicos (COODETEC, 2007; SISTEMA DE ALERTA, 2007). Assim, é necessário resgatar os conceitos de monitoramento e controle racional e integrado de pragas implantado pelo MIP. A adoção do MIP reverso (PANIZZI, 2006b), ou mesmo a validação (na verdade, uma revalidação) da tecnologia em microbacias de produção integrada (QUINTELA et al., 2006) parecem ser boas e necessárias alternativas nessa direção.

e) Novos sistemas de produção. Outro desafio importante é o rompimento do sistema de monocultura na produção de soja. É inegável que o cultivo

contínuo da soja tem contribuído para o aumento de pragas e doenças na cultura. Os resultados de pesquisa demonstram que a rotação de culturas ou mesmo a integração da lavoura com a pecuária são alternativas importantes para a produção de soja e carne (nesse caso com a integração). O benefício da rotação de culturas está bem documentado (GALERANI, 1994). Por exemplo, a rotação de culturas no verão, com algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e milho (*Zea mays* L.), aumentou em 16,2% e 6,7%, respectivamente, a produtividade da soja no verão seguinte (ALTMANN, 2006). Mais recentemente vem sendo proposta a integração da agricultura com a pecuária. Esse sistema de produção pode trazer ganhos consideráveis para ambas as atividades. No caso da região tropical brasileira, onde a pecuária é feita de modo extensivo e sem investimentos em fertilização, a integração permite a recuperação das pastagens degradadas de forma lucrativa (ALTMANN, 2007).

Apesar dos benefícios explícitos da rotação e da integração, a sua adoção ainda é lenta e as razões para isso são as mais diversas. Assim, é necessário aperfeiçoar esses modelos e desenvolver novas alternativas de espécies e de cultivares mais adaptadas aos diferentes sistemas de rotação ou integração. São ainda maiores as oportunidades para o estabelecimento de políticas de incentivo fiscal ou financeiro a esses sistemas. Por exemplo, agricultores que fazem rotação de culturas poderiam ter melhor linha de crédito para financiamento de custeio de produção. Os investimentos necessários (cercas, currais, etc.) para que os produtores de grãos que não sejam pecuaristas ingressem na integração lavoura-pecuária também poderiam ser alvo de incentivos fiscais ou financeiros.

f) A biotecnologia no melhoramento genético. Duas tecnologias oriundas da “biotecnologia moderna” vêm se tornando fundamentais no melhoramento genético da soja. A primeira é a tecnologia de plantas transgênicas, realidade incontestável diante da grande aceitação da soja Roundup Ready® pelos agricultores. A segunda é a tecnologia de marcadores moleculares, que vem permitindo o emprego de seleção assistida por marcadores, tanto para características monogênicas quanto para características governadas por locos de caracteres quantitativos (*Quantitative Trait Loci*, QTL) como uma forma de acelerar o desenvolvimento de novas cultivares de soja.

O desenvolvimento de plantas transgênicas de soja com fins comerciais hoje se encontra exclusivamente nas mãos de poucas empresas multinacionais (leia-se Empresa Monsanto S.A., DuPont, Syngenta, Basf e Bayer). Essa concentração de tecnologia decorre não só dos altos custos de pesquisa para a criação de um produto (planta transgênica) mas, sobretudo, dos custos na aprovação para sua comercialização, tanto nos países produtores como nos consumidores. Há que se criar alternativas que estimulem o aparecimento

de maior número de empresas de melhoramento genético de porte regional e garantam a essas empresas o acesso aos *traits* (genes) desenvolvidos por meio das técnicas mais modernas da biotecnologia. Nesse contexto, uma instituição pública desempenharia papel fundamental, oferecendo alternativas aos produtores. Ela poderia focar sua competência técnica no processo de descobrimento e introgressão de *traits* alternativos. O germoplasma base, desenvolvido com o auxílio de técnicas de marcadores moleculares, seria licenciado (mediante o pagamento de royalties) para empresas regionais que, então, fariam o desenvolvimento e a comercialização de cultivares entre os agricultores.

Aqui vale lembrar que, ao contrário do que se passou até o fim da década de 1990, quando o fluxo de germoplasma e de informações sobre ele era aberto, hoje a proteção da propriedade intelectual vem se acirrando. Assim, as informações sobre o germoplasma devem ser geradas rapidamente a fim de que seja possível utilizá-las no desenvolvimento de novos produtos comerciais. A maioria dos pesquisadores atuantes no Brasil não tem essa cultura, de forma que são necessárias ações que os eduquem para trabalhar nesse novo ambiente de proteção intelectual. É possível que, no futuro, o Brasil venha a se alinhar a outros países e permitir o patenteamento de cultivares de soja, impondo, assim, maior restrição no fluxo de germoplasma.

g) Taxa de utilização de sementes. A taxa de utilização de sementes vem diminuindo no Brasil como um todo (Fig. 4). Em estados como o Rio Grande do Sul, ela não supera 35 %. Esse fato traz, pelo menos, duas conseqüências negativas. A primeira é que o uso de “sementes” não-certificadas (e aqui se inclui tanto o grão salvo como semente, quanto a semente produzida sem licença – semente *pirata*) pode resultar em perdas em produtividade em razão de sua qualidade inferior. A segunda, e talvez a mais perversa, é que todo o sistema de captura de valores (na forma de royalties) implementado a partir da lei de proteção de cultivares está baseado no uso de sementes certificadas. Portanto, a redução na utilização de sementes resulta em redução do retorno dos investimentos em pesquisa, pondo em risco a capacidade de inovação tecnológica da agricultura brasileira. Mesmo as empresas públicas de melhoramento genético são, atualmente, ao contrário do que ocorria até a década de 1980, dependentes de recursos externos oriundos do pagamento de royalties, para sustentação da pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de soja.

Considerando que, com o advento da biotecnologia, a semente passará a veicular novas tecnologias e, portanto, terá o seu valor agregado aumentado, é possível imaginar que os efeitos negativos do uso de “sementes” não-certificadas irão aumentar. Assim, a produção de soja no Brasil tem um desafio

importante para equacionar o balanço do retorno financeiro entre o agricultor, o criador de novas tecnologias e os serviços veiculados na semente.

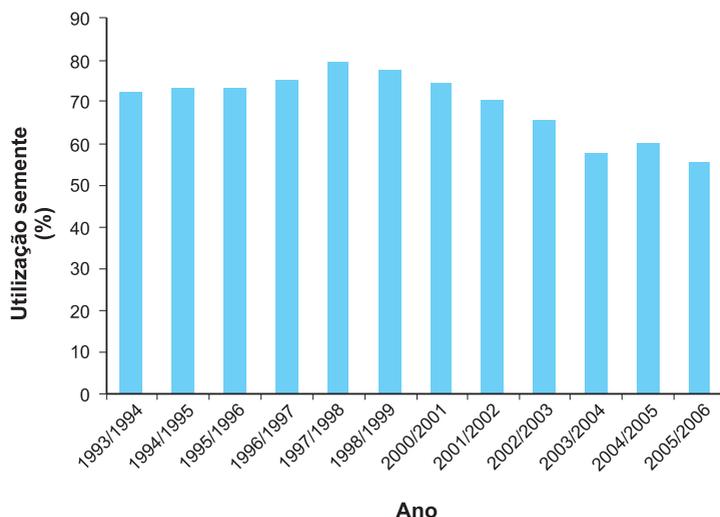


Fig. 4. Evolução da taxa (%) de utilização de sementes no Brasil durante os últimos 12 anos.

Fonte: Calculado a partir dos dados de demanda potencial e efetiva compilados pela Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (Abrasem) <www.abrasem.com.br> para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Considerações finais

Originária da China, onde foi domesticada, a soja passou pela Europa, onde ficou restrita a jardins botânicos. Ao chegar aos Estados Unidos da América, ela começou a ser explorada comercialmente. No entanto, parece ser o sul do continente americano, onde hoje a produção total já supera a da região norte do continente, o seu destino final. Aqui a soja encontrou o Brasil, com seus incansáveis brasileiros, e fez uma “carreira de sucesso”, que certamente não chegou a seu fim. Pelo contrário, é possível que estejamos dando os primeiros passos para um novo horizonte da soja como uma cultura importante na era da bioenergia. Apesar disso, como bem colocou José Gomes da Silva no prefácio do livro *A soja no Brasil*, acredita-se que o maior legado da soja continua (25 anos depois) sendo o exemplo de que o investimento na busca pelo conhecimento técnico tem retorno garantido.

Referências

ABIOVE, 2007. **Complexo Soja – Exportações**. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/exporta_br.html>. Acesso em: 9 nov. 2007.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F.; FONSECA JUNIOR, N. S.; ALMEIDA, L. A., KIIHL, R. A. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento, no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n. 28, p. 489-497, 1993.

ALTMANN, N. Rotação, sucessão e consórcio de espécies para agricultura sustentável. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2006** Rondonópolis: Fundação MT, 2006. p. 236-240.

ALTMANN, N. Integração lavoura-pecuária. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2006** Rondonópolis: Fundação MT, 2007. p. 259-267.

ASSAD, E. D.; ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H. S. Mudanças globais e seu impacto na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 4., 2006. Londrina, PR, 5-8 de junho 2006. **Anais ...** p. 70-73. 156 p.

BERNOUX, M. B.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; NETO, M. S.; METAY, A.; PERRIN, A.-S.; SCOPEL, E.; RAZAFIMBELO, T. R.; BLAVET, D.; CICOLO, M. de C.; PAVEI, M.; MILINE, E. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 26, p. 1-8, 2006.

BOERMA, H. R. Comparison of past and recently developed soybean cultivars in maturity groups VI, VII and VIII. **Crop Science**, v. 19, p. 611-613, 1979.

CAKMAK, I. Efeitos do glifosato na nutrição de micronutrientes de plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE PROBLEMAS DE NUTRIÇÃO E DE DOENÇAS NA AGRICULTURA MODERNA: AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE? **Anais...** 2007. Piracicaba. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, Brazil. Disponível em: <[http://www.ipni.org.br/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=0A1C77580325738C004FDE9C41A64C28!opendocument](http://www.ipni.org.br/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=0A1C77580325738C004FDE9C41A64C28!opendocument)>. Acesso em: 9 nov. 2007.

COODETEC. **Fórum de Pesquisa**: Avaliação técnica da safra de soja 2006–2007. Cascavel, PR, maio, 2007. Disponível em: <<http://www.coodetec.com.br/down/F%C3%B3rum%20da%20Pesquisa%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20T%C3%A9cnica%20da%20Cultura%20da%20Soja%20Safra%202006-2007.pdf>> Acesso em: 9 nov. 2007.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejo-da-soja. **Circular Técnica**, 11. Embrapa-Soja, Londrina. 1993. 40 p.

DERPSCH, R. The no-tillage revolution in South-America. FarmTech 2007. **Proceedings**. Disponível em: <<http://www.farmtechconference.com/2007.shtml>> Acesso em: 9 nov. 2007.

FRANÇA NETO, J. B. Seed production and technology for the tropics. In: **Tropical soybean: Improvement and production**. Rome, Italy: FAO, 1994. p. 217-240. 254 p. (FAO Plant Production and Protection Series, n. 27).

GALERANI, P. R. Cropping systems and rotation. In: **Tropical soybean: improvement and production**. Rome, Italy: FAO. 1994. p. 145-152. 254p. (FAO Plant Production and protection series, n. 27).

GUANZIROLI, C. E. **Agronegócio no Brasil**: perspectivas e limitações. Texto para discussão 186. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 59 p. Disponível em: <<http://www.uff.br/econ/>>. Acesso em: 9 nov. 2007.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; GRAHAM, P. H. The importance of nitrogen fixation to soybean in South America. In: NEWTON, W. E. (Ed.). **Nitrogen fixation 1988-2001**, v. 7. WERNER, W. (Co-Ed.). **Agriculture, forestry, ecology and the environment** Kluwer, Amsterdam, The Netherlands, 2004a.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. Economical and environmental benefits of inoculation and biological nitrogen fixation with the soybean: situation in South América. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean, Brazil. 2004b. p. 488-498. 1344 p.

- IBGE, 2007. **Censo Agropecuário 1996**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=263&z=t&o=11>> Acesso em: 9 nov. 2007.
- KARMAKAR, P. G.; BHATNAGAR, P. S. Genetic improvement of soybean varieties released in India from 1969 to 1993. **Euphytica**, v. 90, p. 95-103, 1996.
- KRYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean, Brazil. 2004. p. 1324-1335. 1344 p.
- LANDERS, J. N. How and why the Brazilian zero till explosion occurred. In: STOTT, D. E.; MOHTAR, R. H.; STEINHERDT, G. C. (Ed.). **Sustaining the global farm**. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting held May 24-29 at Purdue University. 2001. p. 29-39.
- LANDERS, J. N. Zero tillage challenges and solutions in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil, 2004. p. 274-281. 1344 p.
- LOECKER, J. L.; NELSON, N. O.; GORDON, W. B.; MADDOX, L. D.; JANSSEN, K. A. Nutrient uptake and manganese response in conventional and glyphosate-resistant soybean. ASA-CSSA-SSSA International Annual Meeting, New Orleans, Louisiana. **Abstracts...** Disponível em: <<http://a-c-s.confex.com/crops/2007am/techprogram/P35230.HTM>> Acesso em: 9 nov. 2007.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Balança Comercial do Agronegócio – 2007** 21 p. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2008.
- MOSCARDI, F. Use of viruses for pest control in Brazil: the case of the nuclear polyhedrosis virus of the soybean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, p. 51-56, 1989.
- MYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Ital, 1981. 1.062 p.
- NASCINBENI, N. Transporte da produção agrícola brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 4., Londrina, PR, 5-8 de junho 2006. **Anais...** 2006. p. 39-45. 156 p.
- ORF, J. H.; HUTTON, S. F.; CARTER JUNIOR, T. E. Breeding for soybean drought tolerance: update on U.S. experience. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil. 2004. p. 260-266. 1344 p.
- PANIZZI, A. R. Abandono do MIP pode ter conseqüências desastrosas. **Visão Agrícola**, Esalq, Piracicaba, v. 5, p. 81-84, 2006a.
- PANIZZI, A. R. Importância histórica e perspectiva do manejo integrado de pragas (MIP) em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 4., 2006b. p. 121-126. Londrina, PR, 5-8 de junho 2006. **Anais...** 156 p.
- QUINTELA, E. D.; FERREIRA, S. B.; GUIMARÃES, W. F. F.; DE OLIVEIRA, L. F. C.; OLIVEIRA, A. C.; CZEPACK, C. Desafios do MIP em soja em grandes propriedades no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 4., p. 127-133. Londrina, PR, 5-8 de junho 2006. **Anais...** 156 p.
- RALLY SAFRA 2006. **Relatório plantio direto**. Disponível em: <<http://www.rallydasafra.com.br/rally2006/index.php?item=60&fa=11>> Acesso em: 9 nov. 2006.

- REICOSKY, D. C. Global environmental benefits of soil carbon management: soybean concerns. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil, 2004. p. 99-110. 1344 p.
- ROSOLEM, C. A.; MIYAZAWA, M.; FRANCHINI, J. C.; PAVAN, M. A.; COSTA, A. Soil acidity, pH and aluminum management in tropical soils: the Brazilian experience. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil, 2004. p. 310-318. 1344 p.
- SISTEMA DE ALERTA. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=173&cultura=0> Acesso em: 9 nov. 2007.
- SPECHT J. E.; WILLIAMS, J. H. Contribution of genetic technology to soybean productivity: retrospect and prospect. In: FEHR, W. R. (Ed.). **Genetic contribution to yield gains of five major crop plants**. ASA, Madison, 1984. p. 49-74.
- TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, p. 89-94, 1990.
- TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; MIRANDA, L. C. O sistema Embrapa Soja de cooperação para o desenvolvimento de cultivares e a produção de sementes na atualidade. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil, 2004. p. 1316-1323. 1344 p.
- USTUN, A.; ALLEN, F. L.; ENGLISH, B. C. Genetic progress in soybean of the U.S midsouth. **Crop Science**, v. 41, p. 993-998, 2001.
- VOLDENG, H. D.; COBER, V. R.; HUMER, D. J.; GILLARD, C.; MORRISON, M. J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. **Crop Science**, v. 37, p. 428-431, 1997.
- YORINORI, J. T. Ferrugem “asiática” da soja: o desafio continua e como aprimorar o seu controle. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 4., 2006. Londrina, PR: 5-8 de Junho 2006. **Anais...** p. 102-108. 156 p.
- WILCOX, J. R. Sixty years of improvement in publicly developed elite soybean. **Crop Science**, v. 49, p. 1711-1716, 2001.

Literatura recomendada

- MYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. 1.062 p.
- MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PARRA, J. R. O controle biológico das pragas da soja. **Visão Agrícola**, Esalq, Piracicaba. v. 5, p. 89-92, 2006.
- RAIJ, B. van; BORKERT, C. M.; JÚNIOR, A. O. Soil fertility management for soybean in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 7., **Proceedings...** MOSCARDI, F.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Londrina: Embrapa Soybean. Brazil, 2004. p. 407-414.
- TROPICAL soybean: improvement and production. Rome, Italy: FAO, 1994. 254 p. (FAO Plant Production and Protection, 27)
- WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4., CONGRESSO MUNDIAL DE SOJA, 3., **Proceedings...** Editores: F. Moscardi; C. B. Hoffmann-Campo; O. F. Saraiva; P. R. Galerani; F. C. Krzyżanowski; M. C. Carrão-Panizzi. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. 1.344 p.

Capítulo 6

Feijão-comum: impulsionando a produção e a produtividade de grãos na agricultura brasileira

Maria José Del Peloso
Alcido Elenor Wander
Luis Fernando Stone

No Brasil, cultivam-se duas espécies de feijão, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Enquanto o feijão-comum é produzido em todos os estados da Federação, ocupando área estimada em torno de 2,9 milhões de hectares e produzindo três milhões de toneladas, a produção de caupi concentra-se nas regiões Norte e Nordeste em área de 1,3 milhão de hectares.

No período de 1970 a 2005, considerando as duas espécies, os dados oficiais apontam aumento de 83 % para produção, 59 % para área cultivada e 15 % para produtividade. Nessas quatro décadas, houve deslocamento das regiões referências em termos de área, de produção e de produtividade. Nos últimos 10 anos, foi possível detectar aumento da área plantada de feijoeiro-comum no entorno do Distrito Federal, incluindo os estados de Minas Gerais e de Goiás, enquanto houve diminuição em Rondônia, Santa Catarina, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul. Os dados de produção mostram tendência de concentração em dois pólos: Paraná e sul de São Paulo, como também no entorno do Distrito Federal, envolvendo Goiás, oeste da Bahia e noroeste de Minas Gerais. Quanto à produtividade, há nítido aumento nas regiões Centro-Oeste e Sudeste e no Estado do Paraná.

Considerando os últimos 15 anos, houve concentração da produção do feijão, especialmente naquelas microrregiões onde a produção é maior. Conforme mostra a Tabela 1, eram necessárias 56 microrregiões geográficas para reunir 50 % da produção nacional na média do triênio 1990–1992, enquanto no triênio

2003–2005 este número de microrregiões já havia caído para 41 (-26,8 %). Da mesma forma, no período analisado, o número de microrregiões responsável por 75 % da produção nacional diminuiu de 142 para 113 (-20,4 %).

Tabela 1. Número de microrregiões geográficas necessárias para agregar 50 %, 75 % e 95 % da produção nacional de feijão no Brasil nos triênios 1990–1992 e 2003–2005.

Participação	Número de microrregiões		
	1990–1992	2003–2005	Varição (%)
50 % da produção nacional	56	41	-26,79%
75 % da produção nacional	142	113	-20,42%
95 % da produção nacional	317	296	-6,62%

Fonte: Elaborado com base nos dados do IBGE (2006).

O aumento da produtividade foi considerável e ocorreu de forma diferenciada entre as regiões. Comparando as Fig. 1 e 2, percebe-se que, enquanto algumas regiões mantiveram os seus níveis de produtividade, outras apresentaram grandes aumentos, especialmente no Brasil Central, onde há presença marcante da terceira safra, ou seja, plantio de inverno com irrigação.

Considerando um consumo per capita médio de 16,6 kg/hab/ano e a população residente em cada região, dentre as cinco regiões geográficas do Brasil, três são superavitárias em feijão (Nordeste, Sul e Centro-Oeste) e duas são deficitárias (Norte e Sudeste) (Tabela 2).

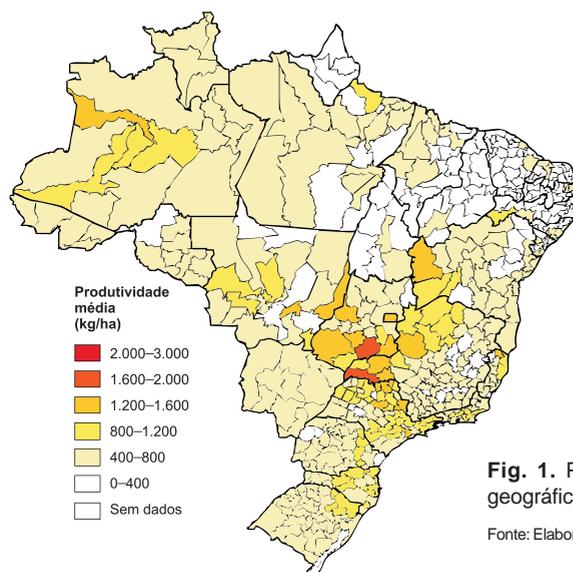


Fig. 1. Produtividade média de feijão nas microrregiões geográficas no triênio 1990–1992.

Fonte: Elaborado pela Embrapa Arroz e Feijão com dados do IBGE/PAM.

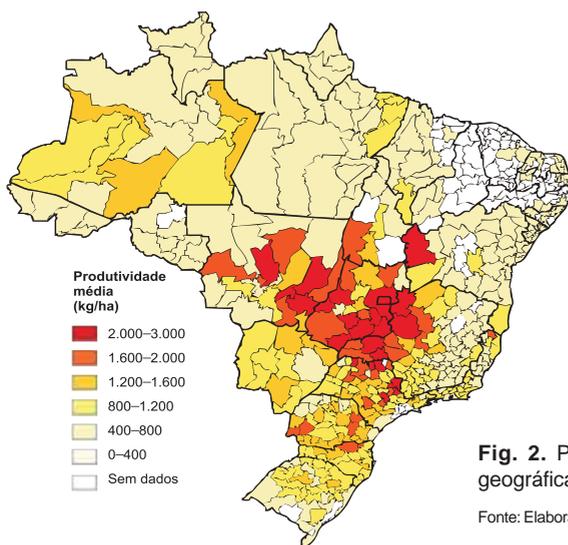


Fig. 2. Produtividade média de feijão nas microrregiões geográficas no triênio 2003–2005.

Fonte: Elaborado pela Embrapa Arroz e Feijão com dados do IBGE/PAM.

Tabela 2. Produção, consumo e saldo de feijão nas regiões geográficas brasileiras em 2005.

Região	Produção	Consumo ⁽¹⁾ (1000 t)	Saldo
Norte	129	244	-115
Nordeste	956	847	109
Sudeste	846	1.303	-456
Sul	718	448	270
Centro-Oeste	396	216	179

⁽¹⁾ Considerando um consumo per capita médio de 16,6 kg/hab/ano e a população estimada pelo IBGE para 01/7/2005.

Os preços do feijão carioca e preto, principais tipos comerciais consumidos internamente, apresentam sazonalidade. Ao longo dos anos, porém, essa sazonalidade tem diminuído graças à maior regularidade na oferta em razão da consolidação da produção em três safras e da estabilização da economia (Fig. 3 e 4). Essa diminuição da oscilação de preços tem beneficiado, principalmente, os consumidores, os quais, praticamente, não sentem mais variação de preço do produto ao longo do ano.

Os dados oficiais apontam aumento no consumo total nacional de feijão de 2,5 milhões de toneladas em 1997/1998 para 3,3 milhões de toneladas em 2006/2007 (CONAB, 2007) (Tabela 3). Embora a produção também tenha aumentado de modo a suprir essa demanda interna, continua havendo importações (Tabela 3), especialmente de alguns tipos de grãos especiais, não

produzidos no País. O que chama a atenção é que os estoques finais têm aumentado significativamente nos últimos 2 anos, pressionando os preços na entrada da nova safra, que coincide com os meses de colheita da terceira safra.

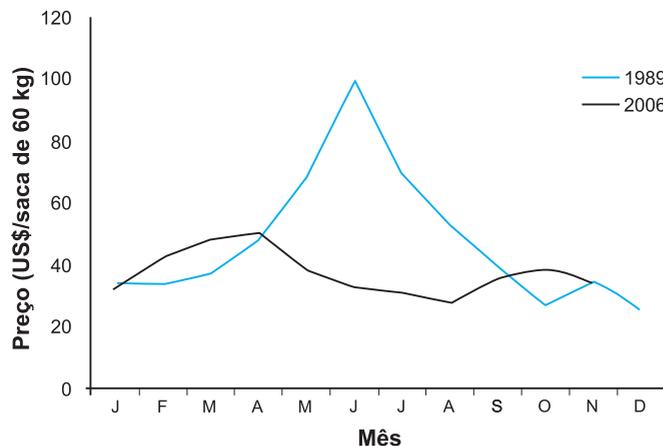


Fig. 3. Evolução da sazonalidade de preços do feijão tipo carioca no Estado do Paraná ao longo do ano; média para os anos de 1989 e 2006.

Fonte: Correpar (2007).

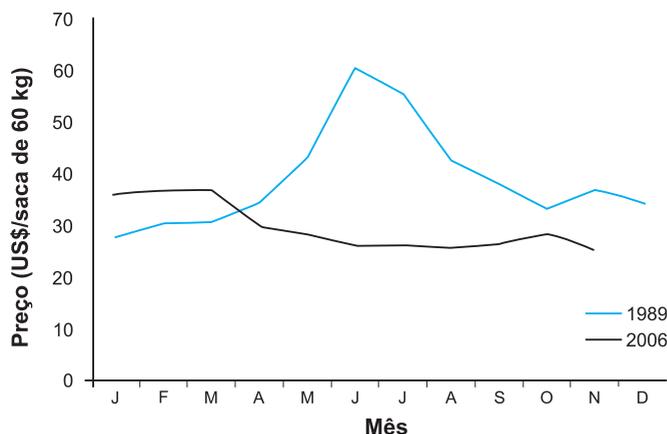


Fig. 4. Evolução da sazonalidade de preços do feijão preto no Estado do Paraná ao longo do ano; média para os anos de 1989 e 2006.

Fonte: Correpar (2007).

Sistema de produção do feijoeiro-comum

O feijoeiro-comum é cultivado durante todo o ano, por pequenos, médios e grandes produtores, em ecossistemas subtropical e tropical como Cerrado, Mata Atlântica e Semi-Árido, em variados arranjos de plantas inter e intra-específicas, em três safras: das águas (37 % da produção); da seca, (33 % da produção) em todos os estados da Federação; e de inverno (30 % da produção), com irrigação, concentrada nas regiões centro-oeste, sudeste e oeste da Bahia, o que garante oferta constante do produto para consumo interno, regionalmente exigente quanto à cor e forma dos grãos.

Tabela 3. Estoques iniciais e finais, produção, importação, suprimento, consumo e exportação de feijão (comum + caupi) no Brasil entre as safras 1997/1998 e 2006/2007 (1.000 toneladas).

Safra	Estoque inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo	Exportação	Estoque final
1997/1998	185,3	2.206,3	211,3	2.602,9	2.500,0	6,2	96,7
1998/1999	96,7	2.895,7	92,9	3.085,3	2.950,0	2,6	132,7
1999/2000	132,7	3.098,0	78,8	3.309,5	3.050,0	4,7	254,8
2000/2001	254,8	2.587,1	130,3	2.972,2	2.880,0	2,3	89,9
2001/2002	89,9	2.983,0	82,3	3.155,2	3.050,0	16,2	89,0
2002/2003	89,0	3.205,0	103,3	3.397,3	3.130,0	2,8	264,5
2003/2004	264,5	2.978,3	79,2	3.322,0	3.150,0	2,3	169,7
2004/2005	169,7	3.045,5	100,7	3.315,9	3.200,0	2,3	113,6
2005/2006	113,6	3.473,2	70,0	3.656,8	3.300,0	1,5	355,3
2006/2007 ⁽¹⁾	355,3	3.505,7	70,0	3.931,0	3.300,0	6,0	625,0

⁽¹⁾ Dados preliminares.
Fonte: Conab (2007).

Por ser produto que envolve, aproximadamente, dois milhões de produtores dispersos no País, com 64 % da produção envolvendo a agricultura familiar, em estratos de área inferiores a cinco hectares, com utilização de inexpressivo nível tecnológico, a cadeia produtiva do feijão continua apresentando baixo nível de organização, principalmente em função desse grande número de produtores envolvidos e dos graus de dispersão da produção no espaço e no tempo. A dispersão espacial se refere ao fato de que há produção de feijão em todos os estados do País e a dispersão temporal se refere ao plantio e à colheita distribuídos ao longo do ano. A consolidação das três safras de plantio, das águas ou safra, da seca ou safrinha e de inverno ou irrigado, diluiu o volume de produção ao longo do ano, encarecendo os custos médios da logística necessária para o bom funcionamento da cadeia de fornecimento do produto para o consumidor final.

Esse cenário se reflete no baixo percentual de utilização de sementes melhoradas (10 %) e na dispersão das indústrias, que não apresentam diferenciação de novas formas de oferta do produto, permanecendo, conseqüentemente, o hábito conservador de consumo in natura.

Os sistemas produtivos de feijoeiro-comum variam desde o menos tecnificado até o de mais alta tecnologia, com produtividade média de 950 kg/ha nas três safras. As safras das águas e da seca são conduzidas, essencialmente, por pequenos produtores, que utilizam alto índice de mão-de-obra familiar e baixo nível tecnológico. Já a safra de inverno, com irrigação, é produzida no âmbito empresarial, com elevado nível tecnológico.

Ambiente organizacional para o desenvolvimento da cultura

Iniciativas governamentais, na década de 1970, favoreceram a transformação e a modernização da agricultura, o que, conseqüentemente, influenciou o desenvolvimento da cultura do feijoeiro-comum, destacando-se o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (Provárzea), o Programa de Financiamento de Equipamento de Irrigação (Profir), o Programa Nacional de Irrigação (Proni) e o Programa de Irrigação do Nordeste (Proine), assim como a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

O programa Polocentro, implementado na década de 1970, permitiu acesso à tecnologia, à assistência técnica, à melhoria da infra-estrutura de transporte

e ao crédito, o que refletiu em benefícios quanto à incorporação de áreas produtivas no Centro-Oeste, Sudeste e novas áreas de agricultura comercial do Nordeste e da Amazônia.

A criação da Embrapa e o estabelecimento do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), a partir de 1974, permitiram a organização e o fortalecimento da pesquisa agropecuária brasileira, investindo-se muito no treinamento de pesquisadores, no Brasil e no exterior.

Os programas Provárzea, Profir, Proni e Proine, estabelecidos nas décadas de 1970 e 1980, com incentivos à irrigação, permitiram a abertura de novas fronteiras para o cultivo do feijão, com avanços consideráveis em termos de área plantada, especialmente na Região Central do Brasil, quando, então, foi agregada mais uma safra de cultivo às tradicionais duas safras das águas e da seca, a “de inverno”, com irrigação sob autopropelido e pivô central. Essa nova safra contribuiu decisivamente para a extinção das crises de abastecimento do produto e para a diversificação da atividade agrícola nessa região, que acolhia agricultores de outras partes do País, com tradição na utilização de máquinas agrícolas, sensíveis à inovação e com visão de mercado em larga escala.

Houve, também, geração de conhecimentos desenvolvidos em parcerias, a exemplo do zoneamento agroclimático, do manejo da irrigação e dos sistemas de produção inovadores. Além disso, atualmente, por meio de rede de avaliação nacional, pode-se indicar/lançar novas cultivares adaptadas às diferentes regiões produtoras, responsivas à melhoria dos ambientes, resistentes às principais doenças e com características morfofisiológicas desejáveis. Assim, o feijoeiro tornou-se mais produtivo e competitivo no sistema agrícola nacional, assegurando sua importância e sustentabilidade no agronegócio brasileiro.

Nos últimos 20 anos (1986–2006), o feijoeiro-comum, embora tenha apresentado redução de 38 % em área cultivada, teve um acréscimo de 12 % na produção, graças ao aumento de 80 % na produtividade. A utilização de cultivares melhoradas e a adequação das práticas de manejo em novos sistemas de produção foram as principais responsáveis pelo impacto na produtividade.

Inovações tecnológicas na cultura

Novas cultivares

Com a integração no SNPA, a diversificação da base genética do feijoeiro-comum pôde ser ampliada, visto que, anteriormente, os recursos genéticos encontravam-se dispersos nas mais diversas instituições de pesquisa do País.

A demanda constante por cultivares mais produtivas, com melhor qualidade de grãos e com resistência aos principais fatores restritivos da produção, sempre orientou os programas de melhoramento da cultura no Brasil.

A variabilidade genética, que permite a seleção de novas cultivares superiores às tradicionalmente plantadas, está contida na coleção do banco ativo de germoplasma de feijão da Embrapa Arroz e Feijão, composta, atualmente, por 14.100 acessos. Desses, 20 % são linhagens brasileiras, 5 % são cultivares brasileiras, 30 % são linhagens do exterior, 14 % são cultivares do exterior e 31 % são oriundos de coletas do germoplasma tradicional brasileiro.

Fazendo uso dessa variabilidade genética, de 1983 a 2006 foram indicadas ou lançadas, no Brasil, 121 novas cultivares de feijão-comum, envolvendo 11 programas de melhoramento. Desses, nove são de empresas públicas nacionais, um é internacional e um é da iniciativa privada.

Nos últimos 23 anos, o programa de melhoramento genético do feijoeiro-comum da Embrapa lançou 43 novas cultivares de diversos tipos comerciais de grão, com média de 1,86 cultivar/ano. Em trabalho realizado por pesquisadores do International Food Policy Research Institute (IFPRI) e da Embrapa (ALVES et al., 2002), foi analisada a relação custo/benefício desse esforço, tendo sido demonstrado que houve um retorno de US\$ 10,00 para cada US\$ 1,00 investido no desenvolvimento de cultivares. Nesse período, foi possível evoluir no melhoramento de algumas características do feijoeiro-comum, com destaque para produtividade, porte da planta, resistência a algumas das principais doenças, aliado ao tipo de grão comercial direcionado para o mercado interno.

O desenvolvimento do modelo de agricultura empresarial na cultura do feijoeiro-comum manteve as demandas anteriores e acrescentou outras características para o desenvolvimento de novas cultivares. Os agricultores continuam demandando cultivares mais produtivas, com resistência às principais doenças, melhor qualidade do grão e que possuam arquitetura de planta ereta, que possibilita menor incidência de doenças em razão da melhor aeração na lavoura e, também, a colheita mecânica, com baixo índice de perdas. A precocidade tornou-se característica cada vez mais valorizada, pois permite rápido retorno do capital investido e maior flexibilidade no manejo dos sistemas de produção, economia de água e energia elétrica nos sistemas irrigados da safra de “outono–inverno”, aliados à vantagem de escape de doenças e de períodos de déficits hídricos, cada vez mais frequentes. A possibilidade de cobrança pela utilização de água para irrigação, associada ao fator déficit hídrico, que ocorre em regiões produtoras importantes, indicam a tolerância à seca como característica imprescindível nas futuras cultivares

de feijoeiro-comum. Quanto ao eminente aquecimento global, que promoverá o deslocamento das regiões produtoras para as regiões do Centro-Norte do Brasil, a tolerância à alta temperatura configura-se como mais uma demanda para o programa de melhoramento. A associação de resistência à seca e à alta temperatura trará novas possibilidades de produção de feijoeiro-comum na Região Nordeste, onde são importantes fatores restritivos da produção.

Atualmente, há demanda por ampliação da produção de grãos de feijão-comum visando ao mercado externo, evidenciando a necessidade de direcionar esforços para desenvolver tipos especiais, de grão maiores, e inserir a produção brasileira no mercado internacional, aumentando a renda dos produtores pelo valor agregado de preço diferenciado do produto e pela comercialização em moeda forte.

Apesar dos esforços atuais no desenvolvimento de cultivares que aliem alta produtividade e maior estabilidade, com grãos comerciais que agreguem valores de qualidade tecnológica, protéica e funcional, permanecem ainda desafios como a busca por resistência ao mosaico-dourado (“*Bean golden mosaic geminivirus*”, BGMV), a qual permitirá o retorno de, aproximadamente, 180 mil hectares ao sistema produtivo. Além dessa doença, a expectativa é, também, a obtenção de resistência estável aos patógenos causadores das enfermidades já presentes no sistema produtivo, assim como das novas doenças que vêm se tornando importantes, como mofo-branco [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary], murcha-de-curtobacterium [*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones], nematóide-das-galhas [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood] e ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow).

A concepção do programa de melhoramento genético do feijoeiro-comum da Embrapa promove a ampliação da base genética mediante cruzamentos inter-raciais e com ancestrais silvestres, procurando desenvolver genótipos com base genética mais ampla, que proporcione maior estabilidade e permita maximizar os ganhos de seleção. As avaliações das linhagens desenvolvidas estão sistematizadas em uma estratégia concebida dentro de rede nacional organizada, incluindo os estados responsáveis por mais de 90 % da produção nacional. Essa rede visa à seleção de linhagens superiores para produtividade, estabilidade e outros atributos agrônômicos desejáveis, que colocará à disposição dos produtores novas cultivares que atendam às exigências da cadeia produtiva.

A utilização de cultivares melhoradas pode contribuir decisivamente para o agronegócio do feijão, pela maior oferta de alimentos, aumento da produtividade da cultura, estabilidade da produção, redução de riscos, redução dos custos de

produção, aumento da renda no meio rural, geração de novos empregos, redução do êxodo rural, segurança alimentar, redução das importações, aumento de exportação, menor uso de agroquímicos e preservação do meio ambiente, além de possibilitar a agregação e a transferência de outras tecnologias e, conseqüentemente, viabilizando a sua adoção. Uma vez obtidas as novas cultivares possuidoras das características exigidas pelos produtores e consumidores, elas devem ser amplamente difundidas, apresentando seus pontos fortes e fracos aos produtores, agregando-se técnicas que contribuam para a expressão de todo o seu potencial produtivo, para que sejam cultivadas de modo mais racional.

Aspectos fitotécnicos

Entre as várias tecnologias desenvolvidas nas três últimas décadas para a cultura do feijoeiro-comum, as que tiveram maior impacto no aumento da produtividade e na redução de riscos foram o zoneamento agroclimático, o cultivo irrigado de outono-inverno, o plantio direto associado à integração lavoura-pecuária, o manejo integrado de pragas, a adaptação da lavoura e das máquinas para a colheita mecanizada e, mais recentemente, a produção de sementes em várzeas tropicais.

Zoneamento agroclimático

De acordo com o relatório *Eventos Generalizados e Seguridade Agrícola* divulgado em 1993 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) por meio da Secretaria Executiva da Comissão Especial de Recursos do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (CER/Proagro) sobre os eventos sinistros de maior incidência em todas as regiões do País, ficaram evidenciadas a seca e a chuva excessiva como principais responsáveis pela redução das safras, bem como por grande parte das indenizações pagas pelos instrumentos de seguridade agrícola em operação no País, atingindo 95 % do total. O zoneamento agroclimático do feijão da seca, realizado com base no estudo do balanço hídrico, permite o planejamento da atividade agrícola, reduzindo os riscos de perdas e aumentando, conseqüentemente, a produção nacional. Ele já está disponível para diversos estados do Brasil (Fig. 5) e a sua adoção, por parte dos produtores de feijão-comum, permite a redução da alíquota adicional do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) de 11,7 % para 6,7 %.

Cultivo irrigado de outono-inverno

O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Embrapa Arroz e Feijão) contribuiu com o desenvolvimento de tecnologias que permitiram a viabilização

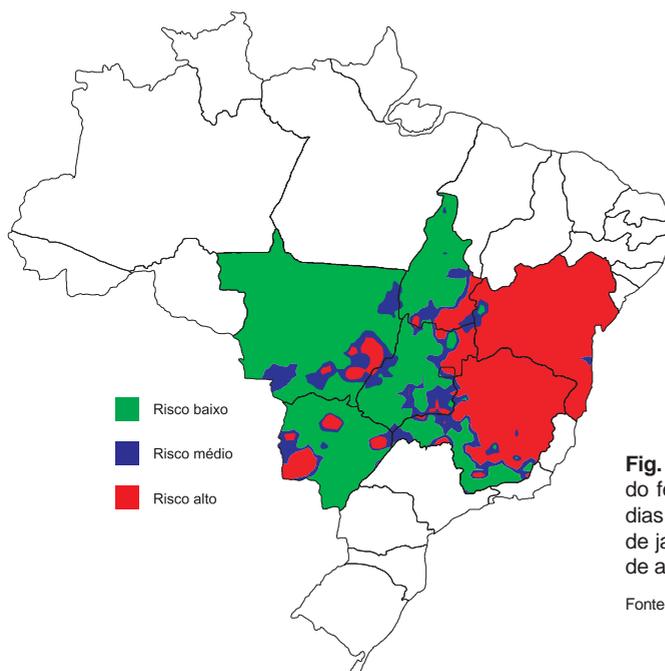


Fig. 5. Exemplo de zoneamento agroclimático do feijão da seca, considerando cultivar de 75 dias de ciclo, semeadura no período de 21 a 31 de janeiro, em solo com 50 mm de capacidade de armazenamento de água.

Fonte: Correpar (2007).

da terceira época de plantio de feijão na região central do País. Entretanto, o crescimento da agricultura irrigada no Cerrado cria condições para o aumento de conflitos em relação ao uso da água, tornando fundamental a busca de medidas que levem à melhoria dos níveis atuais de eficiência de uso e dos processos de gestão dos recursos hídricos. A falta de manejo criterioso da água pode ocasionar, além do seu desperdício, a contaminação do lençol freático por pesticidas e fertilizantes, reduzindo a disponibilidade dos recursos hídricos. Assim, é importante para a sociedade em geral que o produtor irrigante tenha uma estratégia de manejo da irrigação que defina, em bases racionais, o momento certo e a quantidade de água adequada para atender às necessidades hídricas da cultura. Com isso, foram determinados, pela Embrapa Arroz e Feijão, os parâmetros necessários para o controle da irrigação da cultura do feijoeiro, seja pelo uso da tensiometria, seja pela utilização de tanques evaporimétricos. Assim, foi estabelecido que a irrigação do feijoeiro deve ser conduzida de maneira que a tensão da água do solo, medida a 15 cm de profundidade, não ultrapasse a faixa de 30–40 kPa. Além disso, foram determinados os coeficientes de cultura (K_c) para o manejo da irrigação com o tanque Classe A, tanto para o sistema de preparo convencional do solo como para o sistema plantio direto.

Cultivo em sistema plantio direto

No caso do trópico brasileiro, a agricultura tem evoluído para sistemas que, além de preservar as propriedades do solo, reduzam os riscos decorrentes das

estiagens, como é o caso do plantio direto. Por insuficiência de cobertura do solo, no entanto, esse sistema não tem mostrado todo o seu potencial. Uma das alternativas para aumentar o volume de massa vegetal para cobertura do solo ou produzir forragem de melhor qualidade para o período crítico (estação seca), desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão, é a possibilidade de consorciação das culturas anuais com forrageiras, ou a sucessão dessas em curto período de tempo, em solos previamente corrigidos. Além disso, nas áreas intensivamente cultivadas sob irrigação, onde a exploração do feijoeiro na entressafra tem sido mais atrativa, a cobertura do solo com massa proveniente das forrageiras tropicais tem resultado na redução e até na eliminação da incidência de fungos ocorrentes no solo, principalmente do mofo-branco, principal doença fúngica da cultura, além de economia no volume de água utilizado na irrigação.

Manejo integrado de pragas

Com o aumento de pragas secundárias, aliado à presença das pragas já estabelecidas no feijoeiro-comum, a utilização de inseticidas químicos para o seu controle tem aumentado consideravelmente, sendo aplicados muitas vezes de forma preventiva, com base em calendário (sete ou mais vezes em um espaço de 30 dias), constituindo sério risco à qualidade ambiental. Na Embrapa Arroz e Feijão, vem sendo desenvolvido o manejo integrado de pragas do feijoeiro (MIP-Feijão), com o objetivo de fornecer ferramenta aos produtores e técnicos que trabalham com a cultura, permitindo-lhes, assim, proceder ao controle de pragas de forma racional e econômica. O MIP-Feijão leva em consideração o reconhecimento das pragas que realmente causam danos à cultura; a capacidade de recuperação das plantas aos danos causados por elas; o número máximo dessas pragas, que pode ser tolerado antes que ocorra dano econômico (nível de controle); e o uso de inseticidas seletivos e de forma criteriosa. Dessa forma, espera-se produzir feijão mais eficientemente, minimizar custos, reduzir o impacto ambiental dos produtos químicos e garantir a sobrevivência dos inimigos naturais das pragas (insetos benéficos). Esse programa está em constante aperfeiçoamento, num processo dinâmico, de acordo com as experiências obtidas por produtores e técnicos durante a implementação e validação dessa tecnologia em nível de campo. Com a utilização dessa tecnologia, o número de pulverizações tem diminuído, em média, em 50 %.

Mecanização da colheita

Na mecanização da colheita do feijoeiro, diversos fatores relacionados ao sistema de cultivo, à área de plantio e à planta (ocorrência de planta acamada, maturação desuniforme, baixa altura de inserção e fácil deiscência de vagens) têm dificultado

o emprego de colhedoras convencionais. Vários métodos são usados na colheita do feijoeiro, os quais variam em função do sistema de cultivo, do tipo de planta e do tamanho da lavoura. O arranquio mecanizado das plantas de feijão é pouco utilizado no Brasil por causa do elevado percentual de perda de grãos provocado por essa operação. Os equipamentos disponíveis no mercado nacional eram providos de facão ou de barra giratória, que arrancam as plantas ao trabalharem abaixo da superfície do solo. Recentemente, foi disponibilizado no mercado equipamento mais eficiente para ceifar as plantas sobre o solo, acionado pelo trator ou pela colhedora convencional. Com o surgimento de grandes lavouras em monocultivo, a colheita tem sido feita por processos semimecanizados, envolvendo o arranquio manual das plantas e o trilhamento com recolhedoras trilhadoras; mecanizado indireto, em duas operações, quais sejam, ceifamento das plantas com ceifadora e trilhamento com recolhedoras trilhadoras; e mecanizado direto, em uma operação, com colhedora automotriz apropriada. As colhedoras automotrizes convencionais apresentam desempenho insatisfatório no feijoeiro em relação à perda e à danificação de grãos. Porém, melhoria no desempenho dessas máquinas tem sido obtida ao equipá-las com plataformas de corte flexíveis e com mecanismos para diminuir o dano e a mistura de terra nos grãos.

Para que a ceifadora de plantas, a recolhedoras trilhadoras, ou a colhedora automotriz tenham desempenho satisfatório, e proporcionem baixo percentual de perdas de grãos e boa capacidade de trabalho, é necessária a adoção de diversos procedimentos preconizados pela pesquisa nas fases de instalação, condução e colheita do feijoeiro:

- a) O terreno para a instalação da lavoura deve estar adequadamente preparado para receber as sementes e os adubos.
- b) Após o preparo, o solo deve ficar livre, ou seja, sem valetas, buracos, raízes e plantas daninhas, para facilitar o trabalho da colhedora.
- c) A semeadura deve ser feita para se obter espaçamentos uniformes entre plantas. A velocidade de operação da semeadora inferior a 6 km/h e o uso de mecanismos apropriados e bem regulados para dosar sementes e adubos e para movimentar o solo contribuem para a melhoria da qualidade do plantio.
- d) A lavoura deve ser conduzida com controle de plantas daninhas, doenças ou pragas e ser adubada na época recomendada, de forma a favorecer a colheita.

Produção de sementes em várzeas tropicais

As grandes extensões de várzeas tropicais contínuas e irrigáveis encontram-se em regiões de baixas latitude e altitude, cujas altas temperaturas do ar sempre

foram consideradas problemáticas para a exploração, com rentabilidade, de algumas culturas anuais, principalmente do feijoeiro-comum. Estudos recentes apontam, somente no Vale do Araguaia, mais especificamente à margem direita do Rio Javaés, braço menor do Rio Araguaia, a existência de 1,2 milhão de hectares de várzeas tropicais planas, com alto teor de matéria orgânica, em condições de serem utilizadas para a irrigação (TOCANTINS, 1998). Uma vez sistematizadas, essas áreas, por apresentarem inverno seco e baixa umidade relativa do ar, podem ser intensivamente cultivadas durante os 12 meses do ano, com a utilização de distintos métodos de irrigação.

O paradigma de que o feijoeiro-comum exige temperaturas amenas foi quebrado no Vale do Araguaia, considerado, até então, não propício para a produção de feijão-comum, pelas altas temperaturas do ar. Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão demonstraram que, com o uso da irrigação por subirrigação, são produzidas sementes de feijão de alta qualidade sanitária e fisiológica. Regiões com temperatura média acima da ideal podem, então, ser produtoras exclusivas de semente sadia. Nas várzeas tropicais do Vale, onde a água não é limitante e o clima é seco, sem ocorrência de chuva entre maio e setembro, a irrigação por subirrigação constitui o sistema ideal para produzir sementes sadias de feijão com baixo custo, podendo, a curto prazo, tornar-se o mais importante pólo de produção. Além disso, como as doenças comuns não proliferam sob temperaturas superiores a 32 °C, o uso preventivo de defensivos químicos é desnecessário. Para tanto, as práticas de manejo do solo, estabelecimento da cultura, época de semeadura, arranjo espacial das plantas, profundidade de adubação, manejo do nitrogênio, tratamento fitossanitário, dentre outras, foram adaptadas para as condições locais de irrigação por subirrigação.

Referências

- ALVES, E. R. de A; MAGALHÃES, M. C.; GUEDES, P. P. **Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa no melhoramento de variedades**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 248 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores Agropecuários - Quadro de suprimentos**. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 29 jan. 2007.
- CORREPAR. **Site institucional – Série histórica de preços de feijão**. Disponível em: <www.correpar.com.br> Acesso em: 28 jan. 2007.
- IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 28 dez. 2006.

Literatura recomendada

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro-comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 305 p.

ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. 786 p.

DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. (Ed.). **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 131 p.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

SILVA, C. C. da; DEL PELOSO, M. J. (Ed.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central-brasileira 2005-2007**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 139 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 193)

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230 p.

TOCANTINS. Sistema Estadual de Planejamento e Meio Ambiente. **Tocantins em Dados**. Palmas, 1998. p 41.

Capítulo 7

Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi

Francisco Rodrigues Freire Filho
Maurisrael de Moura Rocha
Valdenir Queiroz Ribeiro
Ilza Maria Sittolin

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], também conhecido como feijão-macassa, feijão-macássar ou feijão-de-corda (Fig. 1), é uma cultura originária da África e um dos componentes alimentares mais importantes das dietas das regiões tropicais e subtropicais do mundo. Possui ampla variabilidade genética, sendo usado para várias finalidades e em diferentes sistemas de produção. É possuidor também de grande plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições de ambiente, e tem grande capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Além disso, apresenta todos os aminoácidos essenciais e tem excelente valor calórico. Em virtude dessas características é espécie de grande valor atual e estratégico (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Foto: Francisco Rodrigues Freire Filho



Fig. 1. Lavoura de feijão-caupi 'BRS Guariba' em Bragança, Pará.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão-caupi (SINGH et al., 2002). É uma cultura muito importante nas regiões Norte e Nordeste e, atualmente, está se expandindo para a Região Centro-Oeste do País. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem pesquisando a cultura desde a sua criação; inicialmente, sob a liderança do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Embrapa Arroz e Feijão) e, atualmente, sob a liderança da Embrapa Meio-Norte, situada em Teresina, no Piauí. A Embrapa Meio-Norte coordena uma rede nacional de pesquisa de feijão-caupi em nove estados brasileiros, patrocinada por diversas instituições de apoio à pesquisa. Essa rede envolve nove unidades da Embrapa – Embrapa Meio-Norte, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Roraima, Embrapa Rondônia, Embrapa Amapá, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Semi-Árido; três empresas estaduais de pesquisa, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn); um instituto de pesquisa, o Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará (Centec); além de parcerias com a Universidade Federal do Piauí (UFPI), a Universidade Federal do Ceará (UFC), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a Universidade Federal Rural do Pará (UFRA) e empresas privadas.

Essa rede nacional de pesquisa tem desenvolvido e lançado no mercado várias cultivares de feijão-caupi. De 1988 até 2005, foram lançadas 23 novas cultivares (BRASIL, 2007) portadoras de resistência a vírus, alta qualidade de grãos e adaptadas a diferentes ecossistemas das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Resultados obtidos

Resistência a doenças e pragas

Um dos fatores limitantes à produção de feijão-caupi na Região Nordeste são as viroses causadas, principalmente, pelo vírus-do-mosaico-severo-do-feijão-caupi (“*Cowpea severe mosaic virus*”, CPSMV) família Comoviridae, gênero *Comovirus*; vírus-do-mosaico-transmitido-por-pulgão (“*Cowpea aphid-borne mosaic virus*”, CABMV), família Potyviridae, gênero *Potyvirus*; vírus-do-mosaico-do-pepino (“*Cucumber mosaic virus*”, CMV), família Bromoviridae, gênero *Cucumovirus*; e pelo vírus-do-mosaico-dourado-do-feijão-caupi (“*Cowpea golden mosaic virus*”, CGMV), família Geminiviridae, gênero *Begomovirus* (LIMA; SANTOS, 1988). Essa é uma área de pesquisa que tem

recebido muita atenção e grande progresso tem sido alcançado no melhoramento genético da espécie. Freire Filho et al. (2005a) fizeram um levantamento de germoplasma, fontes de resistência aos principais vírus que infectam o feijão-caupi no Brasil:

- a) Vírus-do-mosaico-severo-do-feijão-caupi: Macaíbo, CNC 0434, TVu 379, TVu 382, TVu 966, TVu 3961, BR 10-Piauí, BR 12 – Canindé, BR 14 – Mulato, BR 17 – Gurguéia, CNCx 252-9F, IT89KD-260 e TE94-256-2E (Sorotipo I), TE93-200-40F, TE93-200-49F, TE93-212-10F, TE93-213-12F-1, TE93-213-12F-2, TE93-214-4F-2 e TE93-277-3F (Sorotipo II) e EACE V-96 (CNCx 698-128G).
- b) Vírus-do-mosaico-transmitido-por-pulgão: TVu 410, TVu 612, BR-1 Poty, Imunes: TVu(s): 379, 382, 966, 3961, Cowpea 535, Dixiecream, Bunch Purple Hull, Lot. 7909-Purple, CE-203 (V-17).
- c) Vírus-do-mosaico-do-pepino: Pampo, IT85F 2687, IT86D-716, IT84S-2135, IT 89K-381, IT 89K-381, IT 89KD-245-1, TE 84-27-7G, TE 87-98-8G, TE 87-98-9G-1, TE 87-98-9G-2, TE 87-98-13G, TE 87-108-6G, TE 87-115-10G; EVx 90-49E, EVx 94-9E.
- d) Vírus-do-mosaico-dourado-do-feijão-caupi: CE 315, Pernambuco V-12, Quem-Quem, BR 1-Poty, CNC 0434, TVu 410, TVu 612, Jaguaribe, BR 10-Piauí, BR 12-Canindé, BR 17-Gurguéia, EVx 92-49E e EVx 93-17E.

O feijão-caupi também é acometido por doenças fúngicas, bacterianas e causadas por nematóides, as quais, entretanto, não apresentam distribuição generalizada nas regiões produtoras, o que constitui aspecto favorável à cultura. Além disso, por ocasionarem danos localizados, a implementação de medidas de controle é facilitada. Todavia, o complexo de patógenos do solo que envolve *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Macrophomina* sp. e *Sclerotium* sp., vem crescendo de importância, merecendo, por isso, maior atenção no que se refere à identificação de fontes de resistência e desenvolvimento de cultivares resistentes. Outras doenças fúngicas importantes são a mancha-café [*Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore], que ocorre nas regiões Nordeste e Norte do País e a mela [*Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk.], que ocorre em condições de alta umidade.

Além dessas, a Cercosporiose [*Micosphaerella cruenta* Latham (*Cercospora cruenta*)] é também importante, mais pela ocorrência do que pela severidade. A mancha-bacteriana, causada pela bactéria *Xanthomonas vignicola* Burkholder, é a doença bacteriana mais freqüente, porém tem ocorrência endêmica, não chegando a constituir preocupação permanente dos produtores. Com exceção da mela, para essas outras doenças já foram identificadas fontes de resistência (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Entre as pragas que causam danos diretos ao feijão-caupi, merecem maior atenção os percevejos (*Nezara viridula* L., *Piezodorus guildini* Westwood e *Crinocerus sanctus* Fabricius), a cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri* Ross & Moore), a minadora-das-folhas (*Liriomyza sativae* Blanchard), o tripses (*Trhrips* spp.), o manhoso (*Chalcodermus bimaculatus* Fiedler) e a lagarta *Elasmopalpus lignosellus* Zeller. Entre as pragas que, além de causarem danos diretos, são também vetoras de vírus, merecem atenção a vaquinha (*Cerotoma arcuata* Olivier) e a brasileirinha (*Diabrotica speciosa* Germar), vetoras do CSMV; os pulgões (*Aphis gossypii* Glover) vetores do CABMV e CMV; e as moscas-brancas (*Bemisia tabaccie* Gennadius e *Bemisia agentifolia* Bellows & Perring), transmissoras do CGMV. Entre as pragas de pós-colheita, o caruncho (*Callosobruchus maculatus* Fabricius) é a mais importante, sendo responsável pela quase totalidade das perdas ocorridas nos grãos armazenados.

As pragas de ocorrência mais freqüente são a vaquinha, os percevejos, a cigarrinha-verde, as moscas-brancas, a minadora-das-folhas, os pulgões, o tripses e o caruncho-dos-grãos-armazenados (SILVA et al., 1999). Silva e Carneiro (2000) apresentam uma relação das principais pragas do feijão-caupi e as respectivas alternativas de controle. Alguns trabalhos identificaram genótipos como portadores de genes para resistência ao caruncho (BARRETO, 1999; CAJAZEIRAS, 2000; LIMA, 2000; LIMA et al., 2001) e à cigarrinha-verde (BARRETO et al., 2000; MORAIS et al., 2006).

Produtividade de grãos

Grãos secos

Possivelmente, devido ao feijão-caupi ter sua produção concentrada em áreas com alto índice de incidência de secas, a produtividade de grãos secos (Fig. 2), associada à adaptabilidade e à estabilidade de rendimento, tem recebido muita atenção por parte dos melhoristas. Em levantamento realizado por Freire Filho et al. (2005a), com base em vários estudos conduzidos entre 1979 e 2006 em diferentes regiões do Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, foram identificadas linhagens e cultivares de feijão-caupi apresentando diferenças em relação à adaptabilidade e à estabilidade da produtividade de grãos nos grupos de porte prostrado e ereto. Os resultados mostraram que, em termos gerais, a produtividade média de grãos obtida, em condições de sequeiro, foi de 1.024 kg/ha e, em condições irrigadas, de 1.489 kg/ha. Em condições experimentais, foram alcançadas produtividades de grãos secos acima de 3 t/ha (BEZERRA, 1997). Nesse mesmo levantamento, em alguns estudos foram identificadas linhagens/cultivares com média a alta

adaptabilidade, estabilidade e produtividades que, praticamente, nivelam-se às de outras leguminosas graníferas anuais. Esses resultados evidenciam o potencial genético do feijão-caupi para alcançar produtividades superiores às tradicionais, e também que o aprimoramento do manejo da cultura e, principalmente, a seleção de genótipos bem adaptados aos diferentes ecossistemas do País são os caminhos para se alcançar esse objetivo.

Foto: Francisco Rodrigues Freire Filho



Fig. 2. Grãos secos de feijão-caupi 'BRS Novaera'.

Composição química e utilização de grãos secos

Vários estudos têm mostrado que o germoplasma de feijão-caupi apresenta variabilidade genética para os teores de proteínas, carboidratos, lipídeos, fibras, ferro e zinco nos grãos secos, constituintes estes importantes na dieta de vários povos nos continentes africano, americano e asiático. Alguns trabalhos têm identificado genótipos com grãos de composição química bastante equilibrada (FERREIRA NETO et al., 2006). Além da utilização do grão seco e do grão verde na forma tradicional, a pesquisa tem identificado genótipos cujo grão apresenta características adequadas para a produção de farinha (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2006; MARTINS et al., 2006). A farinha de feijão-caupi pode ser utilizada na produção de sopa pré-cozida, biscoitos e acarajé, quitute da culinária afro-brasileira e prato típico da cozinha da Bahia.

Ganho genético obtido para a produtividade de grãos secos

As estimativas dos ganhos de produtividade em feijão-caupi têm sido feitas por meio da comparação entre a produtividade da cultivar a ser lançada e a

produtividade de testemunha local ou melhorada. Os ganhos, transformados em ganhos anuais, variam na faixa de 1 % a 5 %, em sua maioria (CARDOSO et al., 1990; FREIRE FILHO et al., 1993, 2001a; SOARES, 1998; ALCÂNTARA et al., 2001). Freire Filho et al. (2001b) estimaram o ganho genético por meio da seleção em feijão-caupi de porte semi-ereto no período de 1993 a 2001. O ganho genético médio anual foi de 25,3 kg/ha, correspondendo a 3,2 %. Usando a mesma metodologia, Freire Filho et al. (2001c), estimaram o ganho genético através da seleção em feijão-caupi de porte semiprostrado no período de 1990 a 2001. O ganho genético médio anual foi de 9,7 kg/ha, o que corresponde a 1,1 %.

Cultivares recomendadas para produção de grãos secos

Entre 1988 e 2007, foram lançadas 31 novas cultivares de feijão-caupi no Brasil (BRASIL, 2007). Na Região Norte, foram lançadas cinco cultivares e foi feita a purificação genética de outra já lançada. Entre as novas cultivares, foi obtida por meio de seleção entre linhagens introduzidas, uma por meio de cruzamento e seleção pelo método da descendência de vagem única, duas foram obtidas por meio da seleção em populações locais e uma por meio de cruzamento seguido de seleção pelo método genealógico. Na Região Nordeste, foram lançadas 25 cultivares, 2 obtidas por meio de seleção em populações locais, 18 por meio de cruzamento seguido de seleção pelo método genealógico e 5 por meio de cruzamento seguido pelo avanço de geração e seleção pelo método da descendência de vagem única. Na Região Sudeste, foi lançada uma cultivar (VIEIRA, 2003), selecionada de material introduzido (Tabela 1).

Com base na Tabela 1, constata-se que a produtividade de grãos, em condições de sequeiro, concentra-se na faixa de 1.000 kg/ha a 1.200 kg/ha, enquanto a produtividade em cultivo irrigado está na faixa de 1.500 kg/ha a 2.000 kg/ha. É importante mencionar que todas estas cultivares foram selecionadas em cultivo de sequeiro, com emprego de pouca tecnologia. É de esperar, portanto, que, se a seleção for feita em nível tecnológico mais elevado, tanto em cultivo de sequeiro como irrigado, melhores produtividades poderão ser obtidas. Vale ressaltar que, com base nos custos de produção atuais, os níveis inferiores de produtividade já são suficientes para obtenção de retorno econômico.

Grãos verdes

Grãos verdes ou feijão-verde corresponde às vagens em torno da maturidade, ou seja, pouco antes ou pouco depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural (Fig. 3). Esse estágio é fácil de ser reconhecido porque as vagens estão bem intumescidas e começam

Tabela 1. Características das cultivares de feijão-caupi lançadas no Brasil no período de 1988 a 2007.

Região/ Estado	Cultivar	Porte ⁽¹⁾	Ciclo (dia)	Subclasse comercial	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	
						Sequeiro	Irrigado
Norte							
Amapá	Amapá	SPR	70–80	Branca	17,8	1.200	-
	Mazagão	SER	60–70	Branca	15,0	1.895	-
Pará	BRS Milênio	SPR	70–75	Branca	22,8	1.399	-
	BRS Urubuquara	SPR	70–75	Branca	22,1	1.277	-
	BR 3 – Tracuateua (purificada)	PR	65–70	Branca	28,0	1.435	-
	BRS Novaera	SER	65–70	Branca	20,0	1.074	1.547
Nordeste							
Maranhão	BR 18 – Pericumã	SPR	70–80	Mulata	17,0	615 ⁽²⁾ 1.013 ⁽³⁾	-
Piauí	BR 12 – Canindé	SPR	55–65	Mulata	11,7	699	-
	BR 14 – Mulato	SPR	65–75	Mulata	16,0	883	1.967
	BR 17 – Gurguéia	SPR	70–80	Sempre-verde	12,5	976	1.964
	Monteiro ⁽⁴⁾	PR	70–75	Branca	28,4	476	2.070
	BRS Marataoã	PR	71–80	Sempre-verde	15,5	831 ⁽⁵⁾ 1.010 ⁽⁶⁾	-
	BRS Guariba	SER	65–70	Branca	19,5	1.475–1.508	-

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Região/ Estado	Cultivar	Porte ⁽¹⁾	Ciclo (dia)	Subclasse comercial	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	
						Sequeiro	Irrigado
Ceará	EPACE 10	SPR	65–75	Mulata	20,0	1.000	-
	Setentão	SPR	65–70	Sempre-verde	19,8	800	1.200
	João Paulo II	SPR	70–80	Sempre-verde	18,0	800	1.200
	EPACE 11	SER	70–80	Mulata	19,0	756	1.953
Rio Grande do Norte	Patativa	SER	60–70	Mulata	19,0	1.227	-
	BR 13 – Caicó	SPR	80–90	Mulata	23,0	1.000	-
	BR15 – Asa-branca	SPR	70–80	Mulata	22,5	1.050	-
	Riso do Ano	SPR	70–90	Branca	15,5	1.000	1.300
Paraíba	BR 16 – Chapéu-de-couro	SPR	70–90	Mulata	21,0	1.000	1.500
	BRS Potiguar	SPR	60–70	Sempre-verde	23,2		1.800
	EMEPA-1	PR	80–90	Mulata	18,5	700	-
Pernambuco	IPA-204	PR	80	Mulata	23,0	985	4.300 ⁽⁷⁾
	IPA-205	PR	70–80	Mulata	20,0	-	-
	IPA-206	SPR	65–75	Mulata	22,0	1.319	-
	BRS Pujante	SPR	70	Mulata	24,8	1.240	1.586

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Região/ Estado	Cultivar	Porte ⁽¹⁾	Ciclo (dia)	Subclasse comercial	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	
						Sequeiro	Irrigado
Bahia	BRS Rouxinol	SPR	65–75	Sempre-verde	17,0	704	1.509
	BRS Paraguaçu	PR	65–75	Branca	17,0	892	1.087
Sudeste						890	
Minas Gerais	Poços-de-Caldas-MG	ER	94–106	Fradinho	18 – 22		-
						864–2.717	

⁽¹⁾ PR = Prostrado; SPR = Semiprostrado; SER = Semi-ereto; ER = Ereto; ⁽²⁾ Início das águas; ⁽³⁾ Fim das águas; ⁽⁴⁾ Para cultivo irrigado; ⁽⁵⁾ Média dos ensaios; ⁽⁶⁾ Média das unidades de observação; ⁽⁷⁾ Total de várias colheitas.

a sofrer leve mudança de tonalidade, quer seja de cor verde ou de cor roxa. Nesse ponto, o feijão é colhido e usado para o consumo, ou comercializado na forma de vagem ou de grãos debulhados. O consumo de feijão-verde é tradição no Nordeste, fazendo parte de vários pratos típicos. Em decorrência disso, é importante fonte de emprego e de renda em torno das cidades de médio e grande porte da Região e, até mesmo, em outras regiões do País (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Foto: Maurisrael de Moura Rocha



Fig. 3. Vagens e grãos verdes de feijão-caupi 'BRS Guariba'.

Vários estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar linhagens e cultivares de feijão-caupi para a produção de grãos verdes, seja para comercialização in natura ou congelado. As características mais estudadas têm sido a produtividade de vagens verdes, na qual têm sido obtidas produtividades de 2.934 kg/ha a 4.639 kg/ha; a produtividade de grãos verdes, com resultados na faixa de 2.444 kg/ha a 3.634 kg/ha (SILVA; OLIVEIRA, 1993; SERPA; SILVA, 1998; SERPA; LEAL, 1999; MIRANDA; ANUNCIAÇÃO FILHO, 2001; ANDRADE et al., 2005, 2006); a facilidade de debulha (ANDRADE et al., 2005, 2006); a relação grãos/casca ou índice de grãos, que variou de 36,6 % a 71,7 % (ANDRADE et al., 2005, 2006; ROCHA et al., 2006); a adequação ao congelamento (KRUTMAN et al., 1973) e ao enlatamento (LIMA et al., 2003); a composição química da semente (NUNES et al., 2006); e a cor do tegumento e cotilédones nos grãos (FREIRE FILHO et al., 2006; CRUZ et al., 2006). Para o mercado de feijão-verde, há preferência por vagens de cor roxa, de fácil debulha, com grãos para consumo de cor branca, creme ou esverdeada (tipo

sempre-verde) e hilo pequeno a médio, com anel de hilo de cor clara e sem halo ou com halo vermelho. As vagens e os grãos devem ter a capacidade de preservar bom aspecto pós-colheita e pós-debulha, respectivamente. Vagens muito perecíveis e grãos que escurecem rápido não têm boa aceitação no mercado.

Principais inovações

A determinação de espaçamentos e de populações de plantas por hectare têm permitido melhor ajuste nos sistemas de produção (CARDOSO et al., 2005), o estudo da irrigação tem possibilitado o aprimoramento do cultivo irrigado da cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005) e as pesquisas sobre a fixação biológica de nitrogênio e a seleção de estirpes melhor adaptadas às condições dos ecossistemas de produção de feijão-caupi têm gerado grande perspectiva para reduzir custos de produção e melhorar a produtividade da cultura (RUMJANECK et al., 2005). O avanço do conhecimento acerca dos mecanismos de resistência ao estresse hídrico tem dado subsídios para a seleção de genótipos mais adaptados à ocorrência de “veranicos” (PINHO et al., 2005).

Além desses avanços, alguns aspectos merecem ser ressaltados: a) o lançamento de cultivares com melhor nível de resistência aos principais fatores bióticos (vírus) e abióticos (seca e altas temperaturas) tem contribuído para a redução da aplicação de defensivos e para redução de perdas na lavoura; b) o lançamento de cultivares mais precoces, com a maturidade das vagens mais uniforme tem constituído mais uma opção de produção para o agricultor familiar do Semi-Árido nordestino, possibilitando a colheita mais cedo, antes das cultivares tradicionais; c) o lançamento de cultivares com arquitetura moderna (porte semi-ereto, resistentes ao acamamento, inserção das vagens acima da folhagem e maturidade das vagens mais uniforme) de modo a permitir que o manejo da lavoura possa ser feito totalmente mecanizado, possibilitando que grandes empresas produtoras de grãos possam dedicar-se ao cultivo do feijão-caupi (Fig. 4); isso representa, também, a ampliação da produção, do comércio e do consumo para outras regiões do País; d) o lançamento de cultivares mais precoces também tem contribuído para o aprimoramento do cultivo irrigado, uma vez que exigem menor quantidade de água, por ciclo, permanecem menos tempo no campo e são colhidas praticamente de uma só vez; e) as novas cultivares, com maior potencial produtivo, mais estáveis e melhor adaptadas aos diferentes ecossistemas das regiões produtoras têm permitido melhor retorno econômico aos produtores; e f) as novas cultivares, com melhor qualidade de grão, além de atender melhor aos mercados tradicionais, estão permitindo a ampliação do mercado no País e possibilitando a exportação para países da África e da Ásia.

Foto: Francisco Rodrigues Freire Filho



Fig. 4. Linhagem de feijão-caupi de porte semi-ereto e ciclo precoce, adequada à colheita mecânica, em Tracuateua, Pará.

Perspectivas para a cultura no Brasil

Melhorar a adaptação da planta ao cultivo mecanizado e superar os níveis atuais de produtividade de grãos são os principais desafios que se apresentam para o melhoramento do feijão-caupi (Fig. 5). Além disso, a identificação de germoplasma com maior tolerância a estresses bióticos e abióticos deve ser aprimorada, tendo em vista que as mudanças climáticas que ora vigoram no planeta tendem a exigir, em futuro próximo, cultivares adaptadas a novos ambientes e tolerantes a novas pragas e doenças. A biofortificação terá grande impacto no futuro, pois o feijão-caupi representa rica fonte de alimento, principalmente de proteínas, ferro e zinco, para o suprimento da dieta de povos carentes em nutrientes, mas com grande tradição de consumo, como é o caso de muitos países africanos e asiáticos. O desenvolvimento de cultivares do tipo comercial fradinho, adaptadas às condições brasileiras, surge como alternativa promissora e rentável para o produtor, visando à conquista de novos mercados, principalmente o externo (africano, asiático e europeu). Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de cultivares com grãos com características para processamento industrial é condição necessária para que o feijão-caupi alcance a agroindústria, visando à diversificação de seu uso e consumo, à agregação de valor ao produto e à conquista de novos mercados no Brasil e no exterior.

Foto: Francisco Rodrigues Freire Filho



Fig. 5. Colheita mecânica de feijão-caupi 'BR 14-Mulato', previamente dessecado, em Santana, Bahia.

Paralelamente a esses estudos, torna-se necessária a continuidade de pesquisas sobre a genética da planta, principalmente na busca de características como a senescência foliar na maturidade e a inflorescência composta, além de características que possam melhorar a adaptação da planta a ambientes mais secos e mais quentes, a distribuição de fotossintatos e a maximização da produtividade da cultura. Finalmente, é preciso ampliar o uso de ferramentas da biologia molecular, para que as técnicas de seleção se tornem mais ágeis e mais eficientes, de forma que o desenvolvimento de novas cultivares seja mais rápido e que os programas de melhoramento de feijão-caupi possam disponibilizar cultivares superiores para os produtores, comerciantes, industriais e consumidores.

Referências

ALCÂNTARA, J. dos P.; DOURADO, V. V.; ROCHA, E. M. M.; MARQUES, H. S.; NASCIMENTO NETO, J. G.; VASCONCELOS, O. L.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Avaliação de genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento marrom em diversos ambientes da Bahia. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. Avanços tecnológicos no feijão-caupi. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 154-158. (Embrapa Meio-Norte. Documento, 56).

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. RAMOS. Potencial genético de linhagens e cultivares de feijão-caupi para produção de feijão-verde. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, Teresina, 2005. **Anais...** Teresina: Fapepi, 2005. 1 CD-ROM.

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de vagem roxa e grão branco para produção de feijão-verde. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

BARRETO, P. D. Recursos genéticos e programa de melhoramento de feijão-de-corda no Ceará: avanços e perspectiva. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; BARRETO, P. D.; QUINDERÉ, M. A. W.; PINHEIRO SÁ, M. F.; SANTOS, A. A. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas no Nordeste brasileiro** Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>> Acesso em: 10 nov. 1999.

BARRETO, P. D.; QUINDERÉ, M. A. W.; SANTOS, A. A. dos. **Reação de genótipos de feijão-de-corda ao ataque da cigarrinha-verde no estado do Ceará** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 15 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa, 30).

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto**. Recife, 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviços – Cultivares - Sementes e Mudanças. Cultivares Registradas - RNC. **Espécie:** 24 - feijão-caupi/feijão-fradinho/feijão-miúdo/feijão-de-corda (*vigna unguiculata* (L.) Walp.). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 16 set. 2007.

CAJAZEIRAS, J. B. **Identificação de genótipos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] resistentes ao caruncho (*Callosobruchus maculatus* Fabr., 1792)**. Fortaleza, 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará.

CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **BR 14-Mulato**: nova cultivar de feijão macassar para o estado do Piauí. Teresina: Embrapa-Uepae de Teresina, 1990. 4 p. (Embrapa-Uepae de Teresina. Comunicado Técnico, 48).

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; LIMA, M. G. de. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 211-242.

CRUZ, N. A. A.; SANTOS, A. P.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M. Persistência e uniformidade da cor verde em grão de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

FERREIRA NETO, J. R. C.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, SILVA, S. M. S.; LOPES, A. C. A.; FRANCO, L. J. D. Composição química dos grãos secos em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Variabilidade genética e capacidade de combinação em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. **Anais...** Teresina:

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre três métodos de melhoramento em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 9., 1993, Teresina. **Anais...** Teresina: SBG, 1993. p. 133.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, S. M. de S.; SITTOLIN, I. M. **BRS Guariba**: nova cultivar de feijão-caupi para a região Meio-Norte. Embrapa, 2004. Folder.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de A.; SITTOLIN, I. M. Estimativa do progresso genético na produtividade de caupi de porte semi-ereto na região Meio-Norte do Brasil. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. Avanços tecnológicos no feijão-caupi. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001a. p. 237-242. (Embrapa Meio-Norte. Documento, 56).

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de A.; SANTOS, A. A. dos. Avaliação do progresso genético na produtividade de caupi de porte enramador na região Meio-Norte do Brasil. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. Avanços tecnológicos no feijão-caupi. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001b. p. 231-236. (Embrapa Meio-Norte. Documento, 56).

- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a. p. 29-92.
- FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- GOMES, E. R.; SOARES, U. M. Cultivares e linhagens de *Vigna unguiculata* resistentes à mancha-vermelha (*Cercospora* spp.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 3., 1991, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: UFC, 1991. p. 57.
- KRUTMAN, S.; MEDEIROS, L. C.; SANTANA, J. C. F. de. Indicação para o feijoeiro de macassar - *Vigna sinensis* L. em Surubim. Cowpea. In: BLACKHURST, H. T.; MILLER JUNIOR, J. C. C. In: W. R DRUTMAN, S.; MEDEIROS, L. C.; SANTANA, J. C. F. da. Indicação para o feijoeiro de macassar - *Vigna sinensis* L. em Surubim na Zona do Agreste. **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, Recife, v. 5, n. 1, p. 5-12, 1973.
- LIMA, M. P. L. Resistência de cultivares/linhagens de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., a *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchid). Recife, 2000. 70 f. Dissertação (Mestrado Fitossanidade - Entomologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- LIMA, E. D. P. A.; JERÔNIMO, E. S.; LIMA, C. A. A.; GONDIM, P. J. S.; ALDRIGUE, M. L. A.; CAVALCANTE, L. F. Características físicas e químicas de grãos verdes de linhagens e cultivares de feijão-caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 129-134, 2003.
- LIMA, M. P. L.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Identificação de genótipos de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., resistentes a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 289 -295, 2001.
- MIRANDA, P.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J. Competição de linhagens de caupi de grãos verdes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. Avanços tecnológicos no feijão-caupi. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 195-198. (Embrapa Meio-Norte. Documento, 56).
- MORAIS, J. G. I.; VIEIRA, F. V.; CYSNE, A.Q. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao ataque da cigarrinha-verde. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; FROTA, K. M.; MENESES, N. A.; MARTINS, L. S.; ARAÚJO, M. A. M. Aceitação de formulações desenvolvidas à base de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- MARTINS, L. S.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; NORGANO, M. A.; ARAÚJO, M. A. M.; MENESES, N. A.; FROTA, K. M. Utilizações de formulações adicionadas de farinha de feijão-caupi em pré-escolares com anemia ferroprina. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- NUNES, L. N.; SILVA, S. M. S.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Composição química de grãos verdes de genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- PINHO, J. L.; TÁVORA, F. J. A. F.; GONÇALVES, J. A. Aspectos fisiológicos. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 191-2009.
- ROCHA, M. M.; ANDRADE, F. N.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. Estabilidade fenotípica da produção de feijão-verde de genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 279-335.

SANTOS, A. A. dos; BATISTA, A. A. de; SANTOS, A. B. dos. Reação de genótipos de feijão-de-corda à podridão das raízes causada pelo *Furasium solami*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 3., 1991, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Imprensa Universitária-UFC, 1991. p. 56.

SERPA, J. E. S.; SILVA, A. A. G. da. Recomendação de cultivares de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), tipo ramador, em áreas dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1998. 4 p. (Embrapa-CPATC. Comunicado Técnico, 17).

SERPA, J. E. S.; LEAL, M. L. S. Produtividades de vagens verdes e de grãos secos de linhagens de caupi, em áreas dos tabuleiros. SILVA, G. S. da. Ocorrência e controle de fitonematóides no feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264 p. il. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

SILVA, P. H. S. da; BLEICHER, E.; CARNEIRO, J. da S. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolia* Bellows & Perring em feijão-caupi** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 18 p. (Embrapa Meio-Norte, Circular Técnica, 24).

SILVA, P. H. S. da; CARNEIRO, J. da S. Pragmas do feijão-caupi e seu controle. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A Cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 67-88. (Embrapa Meio-Norte, Circular Técnica, 28).

SILVA, P. S. L. da; OLIVEIRA, C. N. de. Rendimento de “feijão-verde” e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 133-135, 1993.

SOARES, U. M. **BR 18-Pericumã - nova alternativa de feijão-caupi no Maranhão**São Luís: Emapa. 1998. 6 p. (Emapa. Comunicado Técnico, 23).

VIEIRA, R. F. **‘Poços de Caldas MG’** – primeira cultivar de feijão-fradinho para a Zona da Mata de Minas Gerais. Epamig, 2003. Folder.

Literatura recomendada

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a. p. 29-92.

Capítulo 8

Leguminosas alimentícias e adubos verdes

Elaine Bahia Wutke
Ademir Calegari
Leandro do Prado Wildner
Renato Fernando Amabile

Neste capítulo, serão evidenciados aspectos do desenvolvimento tecnológico de leguminosas alimentícias não convencionais e as de uso mais freqüente na adubação verde no Brasil. As siglas citadas no texto estão identificadas na Tabela 1, assim como a região de abrangência das instituições.

Cerca de 20 espécies de leguminosas (*Fabaceae*) são economicamente importantes, em razão dos grãos comestíveis, sendo principal fonte protéica (17 % a 40 %) na dieta humana em muitas partes do mundo tropical e subtropical, com variações na composição em aminoácidos (Tabela 2). Os grãos secos de leguminosas alimentícias (*pulses*) são produzidos destacadamente na Ásia, sobretudo na Índia (Tabela 3); os maiores rendimentos médios são constatados na França (Tabela 4).

No Brasil, têm-se as culturas da ervilha (*Pisum sativum* L.), lentilha (*Lens culinaris* Medik.) e grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivadas no outono-inverno, com irrigação, cujos grãos são importados, e guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], mungo [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek], adzuki [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi] e feijão-arroz [*Vigna umbellata* (Thumb.) Ohwi & H. Ohashi], cultivadas na primavera-verão. A maioria é de consumo reduzido por desconhecimento, falta de divulgação e costume alimentar, sendo temporárias e quase sem levantamentos estatísticos. A participação brasileira no mercado mundial desses grãos é de apenas 0,01 %. Para a ervilha, principal cultura do grupo, a produção nacional é de 5.674 t, a área colhida é de 2.061 ha e o rendimento médio é de 2,8 t/ha de grãos, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2006) para o ano de 2005.

Nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e no Brasil Central, por detecção de problemas e demanda interna, há pelo menos 50 anos se realizam pesquisas em adequação ecológica, melhoramento

Tabela 1. Siglas utilizadas, seu significado e região de abrangência.

Sigla	Significado	Abrangência
APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios	Estadual/São Paulo
Bird	Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento	Mundial
Cati	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral	Estadual/São Paulo
Ceasa	Centrais de Abastecimento S.A.	Nacional
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Nacional/Brasil
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento	Nacional/Brasil
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Nacional/Brasil
Empasc	Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária	Estadual/Santa Catarina
Epamig	Empresa Agropecuária de Pesquisa de Minas Gerais	Estadual/Minas Gerais
Esalq	Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"	Estadual/São Paulo
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (Food and Agricultural Organization of the United Nations)	Mundial
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	Estadual/São Paulo
Fealq	Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz	Estadual/São Paulo
Fepagro	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária	Estadual/Rio Grande do Sul
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos	Nacional/Brasil
Fundacep	Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa	Estadual/Rio Grande do Sul
Fundação Agrisus	Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável	Nacional/Brasil
Fundag	Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola	Nacional/Brasil
Fundepag	Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio	Estadual/São Paulo

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Sigla	Significado	Abrangência
GTZ	Cooperação Técnica Alemã (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH)	Mundial
IAC	Instituto Agrônômico	Estadual/SP/Campinas
Iapar	Instituto Agrônômico do Paraná	Estadual/Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Nacional/Brasil
ILP	Integração lavoura e pecuária	
IPRNR	Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis "Ataliba Paz"	Estadual/Rio Grande do Sul
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Nacional/Brasil
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	Mundial
PNMH	Plano Nacional de Microbacias Hidrográficas	Nacional/Brasil
SPD	Sistema Plantio Direto	-
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Estadual/Rio de Janeiro
UFPeL	Universidade Federal de Pelotas	Estadual/Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Estadual/Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria	Estadual/Rio Grande do Sul
UFV	Universidade Federal de Viçosa	Estadual/Minas Gerais
Unesp	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"	Estadual/São Paulo
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas	Estadual/São Paulo
UPF	Universidade de Passo Fundo	Regional/Rio Grande do Sul
USP	Universidade de São Paulo	Estadual/São Paulo
WHO	Organização Mundial da Saúde (World Health Organization)	Mundial

Tabela 2. Variação de composição de aminoácidos essenciais em sementes de leguminosas alimentícias em comparação à proteína de referência da FAO⁽¹⁾.

Aminoácido	Leguminosas ⁽²⁾	Proteína de referência da FAO ⁽³⁾
		mg g de proteína
Arginina	57,6–91,2 ⁽⁴⁾	-
Fenilalanina + tirosina	33,6–116,8	63
Histidina	12,8–33,6	19
Isoleucina	51,2–99,2	28
Leucina	32,0–108,8	66
Lisina	54,4–113,6	58
Metionina + cistina	6,4–28,8	25
Tirosina	9,6–38,4	-
Treonina	25,6–49,6	34
Triptofano	1,6–11,2	11
Valina	38,4–78,4	35

⁽¹⁾ Padrão teórico da FAO de aminoácidos indispensáveis para crianças entre 2 e 5 anos de idade.

⁽²⁾ Bressani (1973).

⁽³⁾ FAO/WHO (1991).

⁽⁴⁾ Valores originais, em g g de N, convertidos em mg g de proteína.

Tabela 3. Produção total, área cultivada e rendimento de grãos secos de leguminosas alimentícias⁽¹⁾ em diversas regiões no mundo, 2005.

Região	Produção total (1.000 t)	Área cultivada (ha)	Rendimento (kg/ha)
África ⁽²⁾	3.550	3.885	914
África ⁽³⁾	8.657	18.321	472
América Central e Caribe	2.548	3.072	829
América do Norte	6.850	3.516	1.948
América do Sul	3.977	4.683	849
Ásia ⁽⁴⁾	26.413	33.600	785
Europa	7.479	3.825	1.955
Oceania	2.047	1.945	1.053
Mundo	61.706	73.203	843
Países desenvolvidos	17.118	9.690	1.767
Países em desenvolvimento	44.752	63.385	706

⁽¹⁾ Incluídas espécies dos gêneros *Phaseolus*, *Vigna*, *Pisum*, *Cicer*, *Cajanus*, *Lens*, *Lupinus* e *Mucuna*.

⁽²⁾ Países no meio-leste e norte.

⁽³⁾ Países no Subsaara.

⁽⁴⁾ Excluindo-se a região do meio-leste.

Fonte: FAO (2006).

Tabela 4. Produção total, área cultivada e rendimento de grãos secos de leguminosas alimentícias⁽¹⁾ nos principais países produtores, 2005.

País	Produção total (1.000 t)	Área cultivada (ha)	Rendimento (kg/ha)
Índia	14.600	23.850	612
China	5.909	3.131	1.887
Canadá	4.753	2.405	1.976
Brasil ⁽²⁾	3.087	3.849	802
Myanmar	2.447	2.574	951
Nigéria	2.367	5.456	434
Estados Unidos da América	2.097	1.110	1.889
Austrália	2.006	1.924	1.043
França	1.754	439	3.995 ⁽³⁾
México	1.752	2.123	825
Federação Russa	1.628	1.024	1.591
Turquia	1.558	1.525	1.022

⁽¹⁾ Incluídas espécies dos gêneros *Phaseolus*, *Vigna*, *Vicia*, *Pisum*, *Cicer*, *Cajanus*, *Lens*, *Lupinus* e *Mucuna*.

⁽²⁾ Valores referentes a cerca de 75 % de *Phaseolus vulgaris* L. na Região Centro-Sul e 20 % a 25 % de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. na Região Nordeste.

⁽³⁾ Valores referentes sobretudo à ervilha (*Pisum sativum* L.).

Fonte: FAO (2006).

genético e obtenção de cultivares e aspectos fitotécnicos diversos. Participam da realização dessas pesquisas, por distintos órgãos estaduais e federais de pesquisa e de ensino, com apoio da extensão rural, agricultores, iniciativa privada e dos governos; embora a participação desses últimos esteja bastante restritiva atualmente. Nesse panorama de efetiva colaboração e, apesar de inúmeras dificuldades operacionais e de necessidade de importação, obtêm-se resultados em diferentes níveis de intensidade, com incremento tecnológico à agricultura nacional e viabilidade de cultivo comercial das culturas no País. As informações geradas e transferidas aos agricultores e usuários estão detalhadas em compilações de literatura (GIORDANO, 1989; CALEGARI et al., 1993; TOMM et al., 1999; FAHL et al., 1998; AMBROSANO et al., 1999; VIEIRA et al., 2001; WUTKE et al., 2001; CNPH, 2007).

O cultivo da **ervilha**, iniciado nos anos de 1940, no Rio Grande do Sul, para produção de grãos verdes para enlatamento, deslocou-se para o Brasil Central nos anos de 1970, em razão dos recorrentes problemas fitossanitários e prejuízos à qualidade de sementes. A partir de 1976, no Centro Nacional de

Pesquisa de Hortaliças (Embrapa Hortaliças), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), introduziram-se materiais e gerou-se tecnologia para produção, reduzindo-se, assim, 70 % na importação de grãos secos nos últimos 25 anos. Com programas governamentais de irrigação nos anos de 1980, ampliaram-se áreas de produção de grãos secos para enlatamento nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, em pesquisas coordenadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar); pelo Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo; pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), com interrupções, pelo menor custo do produto importado e problemas tecnológicos de manutenção da qualidade do grão reidratado. Na Embrapa Hortaliças, obtiveram-se, então, cultivares para grãos secos, adaptadas, com tolerância às doenças e rendimentos agrônômicos elevados, como: Amélia, Flávia, Kodama, Maria, Marina, Luiza, Viçosa e Dileta, avaliadas também em São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul; Forró, Frevo, Pagode e Samba, cultivares específicas para congelamento, com rendimentos médios de 6 t/ha e qualidade industrial; e a cultivar Axé, com produtividade média de 7 t/ha, para agroindústria de grãos verdes enlatados, congelados e grãos debulhados (CNPq, 2007). No Paraná, foi lançada a cultivar Iapar-74 (Fig. 1) e no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo) avaliavam-se cultivares. A importação é necessária, mas o cultivo comercial no País é crescente, com produtividade média de 2,8 t/ha (GIORDANO, 1998; TOMM et al., 1999; VIEIRA et al., 2001).

A **lentilha** é pouco consumida no Brasil; a área cultivada é pequena, cerca de 643 hectares (IBGE, 2006), optando-se pela importação, com elevação de preço no mercado e desestímulo maior ao consumo. Nos anos 1970 e 1990, avaliaram-se introduções da Síria e da Argentina no IAC, na UFV e na Epamig. Na

Foto: Ademir Calegari



Fig. 1. Plantas de ervilha (*Pisum sativum*), 'Iapar-74', na floração.

Embrapa Hortaliças, realizaram-se estudos fitotécnicos nos últimos 40 anos e divulgaram-se as cultivares BRS-Silvina e Precoz, introduzidas da Argentina, adaptadas às condições ecológicas no Brasil Central, com produtividades médias de 1,5 t/ha em cultivos mecanizados. Na Embrapa Trigo, no Estado do Rio Grande do Sul, destacou-se a ‘BRS-Silvina’ (FAHL et al., 1998; TOMM et al., 1999; VIEIRA et al., 2001; CNPH, 2007).

No Brasil, o **grão-de-bico** é de uso restrito em saladas ou como pasta, sendo os grãos importados. As pesquisas nacionais são poucas e esparsas, predominando informações sobre a introdução e adaptação de cultivares como IAC-Marrocos (Fig. 2); BRS Cícero e Leopoldina, além de estudos fitotécnicos, particularmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul e no Cerrado do Brasil Central (FAHL et al., 1998; TOMM et al., 1999; VIEIRA et al., 2001; CNPH, 2007).

Foto: Elaine Bahia Wutke



Fig. 2. Sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum*), ‘IAC-Marrocos’.

O **gandu** (Fig. 3 e 4) é cultivado em quase todos os estados brasileiros, mas, como alimento, é mais comum no Nordeste, em áreas marginais. A maioria dos estudos é sobre sua utilização como adubo verde, planta de cobertura e forrageira (WUTKE et al., 1993; CALEGARI, 1995; VIEIRA et al., 2001; WUTKE; AMBROSANO, 2005; CARVALHO; AMÁBILE, 2006).

Os cultivos de **vigna** (Fig. 5) são restritos mas viáveis e têm grande potencial de inserção em sistemas de produção ecológicos e de agregação de valor de mercado aos produtos e subprodutos como: broto de mungo (‘moyashi’) com 8 t/dia comercializadas nas Centrais de Abastecimento S.A. de São Paulo (Ceasa/SP), farinhas, grãos verdes embalados, enlatados e doces de adzuki. Em São Paulo, realizam-se avaliações fitotécnicas e de linhagens, em produção orgânica e familiar (AMBROSANO et al., 1999). Em Minas Gerais e no Rio de

Foto: Elaine Bahia Wuitke



Fig. 3. Sementes de guandu (*Cajanus cajan*), 'IAC-Fava Larga'.

Foto: Elaine Bahia Wuitke



Fig. 4. Flores de guandu (*Cajanus cajan*).

Janeiro, foram lançadas as cultivares Ouro Verde e Ouro Verde-2 de mungo; Viçosa de feijão-arroz e Coimbra de adzuki. No Amazonas, estuda-se mungo (Fig. 5) e em Tocantins e Goiás, o feijão-arroz (VIEIRA et al., 2001).

A utilização das leguminosas como adubos verdes data de séculos e pode ser vantajosa à proteção e conservação dos solos contra erosão e melhoria de características físicas, químicas e biológicas. A partir dos anos de 1960, a agricultura brasileira foi muito modernizada, obtendo-se incrementos expressivos na produção e na produtividade. No entanto, pelo intensivo e inadequado uso e manejo dos recursos naturais e de sucessivas oscilações nos modelos econômicos no País, degradaram-se os recursos naturais e a biodiversidade, aumentaram-se os impactos ambientais e reduziu-se a produção agropecuária sustentável, com riscos de insegurança alimentar e

Foto: Elaine Bahia Wutke



Fig. 5. Sementes de mungo (*Vigna radiata*) (coloração verde) e de adzuki (*Vigna angularis*) (coloração vermelha e preta).

reflexos socioeconômicos de alteração na qualidade de vida e êxodo rural. No atual momento da agricultura brasileira, essas espécies são adaptadas às distintas estações do ano e condições ecológicas e tecnicamente inseridas na maioria dos sistemas de produção vigentes, em sistema plantio direto (SPD) e convencional, em áreas extensas ou pequenas. Em contexto conservacionista sustentável estão em: a) esquemas de rotação, sucessão ou consórcio com culturas anuais e perenes – até como atrativas e melíferas nas frutíferas, para produção de fitomassa, cobertura morta e reciclagem de nutrientes, produção de forragem e na integração lavoura e pecuária (ILP), agregando-se estratégicos valores ao incremento da qualidade dos produtos e melhoria das condições do solo; b) na reforma de áreas para cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), pastagens e outras; e c) na agricultura familiar e orgânica, com aumento da biodiversidade – inclusive com aumento das populações de predadores naturais das pragas, e da produção de fitomassa em consórcios ou *coquetéis* de adubos verdes. Com sua adoção, ao mesmo tempo que se objetiva a recuperação e manutenção do potencial produtivo e incremento nos rendimentos das culturas subseqüentes ou associadas, contribui-se para a preservação ambiental pela redução, ou eliminação, do adubo nitrogenado em culturas subseqüentes, pela capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico na simbiose com bactérias *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* nas raízes; pelo controle de infestantes; pela redução da necessidade de fertilizantes, herbicidas e defensivos em geral; pela cobertura e proteção do solo; pelo potencial de reciclagem de nutrientes e aumento do carbono orgânico no solo; e pelo aproveitamento racional da água e nutrientes (MUZZILLI et al.,1980; MONDARDO et al.,1982; FUNDAÇÃO CARGILL, 1984; MONEGAT, 1991; CALEGARI, 1995; CALEGARI et al., 1993; WUTKE et al.,1993, 2001; FREITAS, 1995; CALEGARI, 2000; WILDNER et al., 2004,

2006; WUTKE; AMBROSANO, 2005; ABBOUD et al., 2005; BOLLIGER et al., 2006; CARVALHO; AMABILE, 2006).

A partir dos anos de 1990, ao conceito vigente de adubo verde, de incorporação de plantas cultivadas, produzidas no local ou introduzidas, sobretudo de leguminosas, com finalidade precípua de aumento da produtividade do solo (MIYASAKA, 1984), acrescentaram-se outras formas de uso: como plantas de cobertura, com ou sem incorporação posterior ao solo, produção de sementes e de fibras e alimentação animal (CALEGARI et al., 1993). Algumas características das principais leguminosas adubos verdes cultivadas na primavera-verão ou no outono-inverno, e cultivares introduzidas ou geradas em programas de melhoramento em entidades estaduais, nacionais e na iniciativa privada, estão nas Tabelas 5, 6 e 7, respectivamente.

No Brasil, essas leguminosas são conhecidas há tempos e foram introduzidas no Estado de São Paulo há mais de 100 anos, desenvolvendo-se estudos pioneiros pelo IAC e pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), em Piracicaba, São Paulo, e registro da primeira publicação técnica por D’utra (1919). De 1934 a 1958, intensificaram-se as pesquisas no IAC a partir de sucessivas introduções, estudos de adaptações de espécies, determinantes ao estabelecimento da base tecnológica para inclusão definitiva daquelas, sobretudo de clima tropical, utilizadas nos atuais sistemas de produção paulistas e brasileiros (Tabela 5). São contínuos e significativos os resultados na produção de culturas econômicas, em estudos fitotécnicos diversos, auxiliares ao zoneamento agrícola e à otimização da produção, de alguns referenciais sobre desenvolvimento radicular e geração de cultivares (Tabela 7) (MIYASAKA, 1984; CALEGARI et al., 1993; FAHL et al., 1998; WUTKE et al., 1993; 2001; WUTKE; AMBROSANO, 2005). No IAC, é mantido banco de germoplasma diversificado, preservando-se material genético, introduzido e gerado na instituição, fundamental para o intercâmbio e formação de acervos relevantes em instituições de pesquisa e ensino do Estado de São Paulo e de outros estados brasileiros durante, pelo menos, as últimas sete décadas (WUTKE et al., 2001); atualmente, um dos mais completos bancos de germoplasma é mantido na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, Distrito Federal. A obtenção de resultados confiáveis em São Paulo só foi, e é, possível por causa da ampla experimentação regional; da colaboração da extensão rural da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati), agricultores, cooperativas, universidades federais e estaduais como a USP, a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); e do apoio e aporte de recursos do governo estadual (hoje bastante reduzidos e restritivos) e de agências financiadoras a

Tabela 5. Espécies de leguminosas utilizadas para adubação verde na primavera-verão no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Fitomassa		Relação C/N	N fixado (kg/ha.ano)	N	P	K	Observações ⁽¹⁾
		verde (t/ha)	seca (t/ha)						
Crotalária breviflora	<i>Crotalaria breviflora</i> D. C.	15–21	3–5	14–18	113–142	3,3	0,14	2,8	S
Crotalária júncea	<i>Crotalaria juncea</i> L.	21–60	10–15	17–20	60–450	2,5	0,19–0,36	1,2–2,4	ABAU; ASMF; S
Crotalária mucronata	<i>Crotalaria mucronata</i> Desv.	15–45	6–12	17–23	até 390	3,4	0,09	2,3	S
Crotalária spectabilis	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth.	12–23	4–7	15–22	200–260	2,1–2,2	0,07–0,12	1,4–1,8	S; MoT
Feijão-bravo-do-ceará	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	14–25	3–6,5	16–23	162	2,3–2,7	0,11–0,15	1,6–1,8	TS; TSRF
Feijão-de-porco	<i>Canavalia (L.) ensiformis</i> D. C.	14–40	3–8	14–21	49–190	2,7–3,4	0,12–0,57	2,1–5,9	TS; TSRF; AS; S; MoT
Guandu	<i>Cajanus cajan (L.) Millsp.</i>	18–45	5–12	15–22	37–280	2,4–2,9	0,12–0,19	2,4–2,8	TS; TSRF; T; S/MT
Lablabe	<i>Dolichos lablab</i> L.	15–36	5–9	14–22	66–180	2,4–5	0,44	1,4–4,8	TS; MT
Mucuna-anã	<i>Mucuna deeringiana (Bort.) Merr.</i>	10–18	2–4	14–20	75–95	2,9–3,4	0,16–0,23	4,1–4,8	ASF; TS; MT; S
Mucuna-cinza	<i>M. pruriens (L.) D. C.; M. nivea (Roxb.) D. C.</i>	10–25	2–6	14–22	163–210	1,6–2,4	0,46–0,57	1,0–1,6	TS; TSRF; MT; S
Mucuna-preta	<i>M. aterrima (Piper & Tracy) Holland</i>	12–50	2–9	12–21	120–210	2,3–2,8	0,11–0,61	1,3–2,1	TS; TSRF; MT; S

⁽¹⁾ TS: Tolerantes à seca; TSRF: Tolerância em solos de reduzida fertilidade; ASMF: adaptadas aos solos de média fertilidade; ASF: adaptadas aos solos férteis; AS: adaptadas às condições de sombreamento; ABAU: adaptadas às áreas de baixa altitude e úmidas; AF: adaptadas às condições de frio; S: sensível à geada; MT/T/MoT/S: muito tolerantes/tolerantes/moderadamente tolerantes/sensíveis ao alumínio na solução do solo. Fonte: Miyasaka (1984); Monegat (1991); Calegari et al. (1993); Derpsch e Calegari (1992); Wutke et al. (1993); Thung e Cabrera (1994); Calegari (1995, 2000); Fahl et al. (1998); Carvalho e Amabile (2006).

Tabela 6. Espécies de leguminosas e misturas de espécies utilizadas para adubação verde no outono–inverno no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Fitomassa		Relação C/N	N fixado (kg/ha.ano)	N			Observações ⁽¹⁾
		verde (t/ha)	seca (t/ha)			% na matéria seca	P	K	
Chicharo	<i>Lathyrus sativus</i> L.	20–40	2–6	12–25	80	3,3	0,26	3,0	ASMF
Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i> (L.) Poir.	15–40	2,5–7	12–21	60–90	1,8–3,4	0,14–0,41	0,7–3,3	TS; ASMF
Ervilhaca comum	<i>Vicia sativa</i> L.	20–30	2–10	10–24	80–180	2,7–3,5	0,27–0,38	2,3–2,9	ASF; AF
Ervilhaca peluda	<i>Vicia villosa</i> Roth	20–37	3–5	14–22	95–184	2,5–4,4	0,25–0,41	2,4–4,3	TSRF; AF
Serradela	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	14–30	3–6	14–22	–	1,8	0,14	3,6	TSRF
Tremoço azul	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	25–40	3–6	14–22	70–100	0,9–2,2	0,12–0,29	1,4–2,5	ASMF; AF
Tremoço branco	<i>L. albus</i> L.	15–40	2–5	14–23	70–268	1,2–2,0	0,25–0,29	1,0–1,8	TS; ASMF
Aveia preta + ervilhaca	<i>Avena strigosa</i> Schreb. + <i>Vicia sativa</i> L.	15–50	2–10	–	–	0,9–1,4	0,15–0,16	1,2–1,5	–
Ervilhaca + aveia preta + tremoço branco	<i>V. sativa</i> + <i>A. strigosa</i> + <i>L. albus</i>	18–26	3,5–6	–	–	2,0–3,0	0,16–0,26	2,9–3,9	–
Ervilha forrageira + aveia preta	<i>P. sativum arvense</i> + <i>A. strigosa</i>	27–34	4–10	–	–	1,6–2,2	0,13–0,18	2,6–3,4	–

⁽¹⁾ TS: tolerantes à seca; TSRF: tolerância em solos de reduzida fertilidade; ASMF: adaptadas aos solos de média fertilidade; ASF: adaptadas aos solos férteis; AF: adaptadas às condições de frio.
 Fonte: Miyasaka (1984); Monegat (1991); Calegari et al. (1993); Derpsch e Calegari (1992); Wutke et al. (1993); Fahl et al. (1998); Tomm et al. (1999); Wildner et al. (2006).

Tabela 7. Cultivares de espécies de leguminosas lançadas por instituições oficiais de pesquisa, ensino e extensão, utilizadas na adubação verde e como plantas de cobertura no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Cultivares
Espécies de primavera–verão		
Crotalária breviflora	<i>Crotalaria breviflora</i> D. C.	Comum
Crotalária júncea	<i>Crotalaria júncea</i> L.	IAC-1, IAC-KR-1
Crotalária mucronata	<i>Crotalaria mucronata</i> Desv.	Comum
Crotalária spectabilis	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth.	Comum
Feijão-bravo-do-ceará	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	Comum
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) D. C.	Comum
Guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Kaki, IAC-Fava Larga, IAPAR-43 Aratã, Guandu anão, EMPASC 303, AI-Mulato e BRS-Mandarim
Lablabe	<i>Dolichos lablab</i> L.	IAC-697, Rongai
Mucuna anã	<i>Mucuna deeringiana</i> (Bort) Merr.	Comum
Mucuna cinza	<i>M. pruriens</i> (L.); <i>M. nivea</i> (Roxb.) D. C.	Comum
Mucuna preta	<i>M. aterrima</i> (Piper & Tracy) Holland	Comum
Espécies de outono–inverno		
Chícharo	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Comum
Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum</i> subesp. <i>arvense</i> (L.) Poir.	IAPAR-83
Ervilhaca comum	<i>Vicia sativa</i> L.	Comum
Ervilhaca peluda	<i>Vicia villosa</i> Roth	Comum
Serradela	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	Comum
Tremoço azul	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	IAPAR-24 Vila Velha
Tremoço branco	<i>L. albus</i> L.	Comum

Fonte: Miyasaka (1984); Monegat (1991); Calegari et al. (1993); Calegari (1995; 2000); Fahl et al. (1998); Wutke et al. (1993; 2001); Carvalho e Amabile (2006).

exemplo do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), da Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa Agropecuária (Fundepag), da Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (Fundag) e da Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável. Com a atual expansão da cana-de-açúcar para produção de biocombustível, altera-se o panorama agrícola em São Paulo, com adoção vantajosa da crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) (Fig. 6) nas áreas de reforma dos canaviais.

Foto: Ademir Calegari



Fig. 6. Plantas de crotalária júncea (*Crotalaria juncea*), 'IAC-1', na floração; época de semeadura no fim de março.

Nos anos de 1970, repensaram-se a forma e época de cultivo dos adubos verdes, implementando-se pesquisas de êxito na entressafra de duas culturas econômicas, com leguminosas de inverno e típicas de verão, essas em semeaduras mais tardias, em regiões adequadas para tal, como no Cerrado de São Paulo (MIYASAKA, 1984). No período, implantou-se efetivo complexo agroindustrial no País, sobretudo, de fertilizantes químicos – cujo uso foi incentivado, com desestímulo à adubação verde, retomada nos anos de 1980 pela necessidade urgente de controle da erosão e recuperação de solos exaustivamente cultivados e degradados, com severos problemas de nematóides, doenças e incidência de infestantes, em consequência de manejo inadequado e desequilíbrio ambiental. A partir de então, os adubos verdes

são também considerados plantas de cobertura do solo, substituindo-se parte das leguminosas (rápida decomposição) por gramíneas (decomposição mais lenta), ou mesmo implementando-se misturas de espécies (coquetéis). Ressalte-se que as plantas de cobertura passam a constituir a base do sistema plantio direto, revolução da agricultura nas duas últimas décadas, desde a Revolução Verde, pelo aspecto conservacionista da manutenção da cobertura permanente do solo, inclusão fundamental da rotação de culturas, sustentabilidade econômico-ambiental e qualidade de vida do agricultor; em 2006, cultivaram-se, com êxito, 23,6 milhões de hectares em SPD no Brasil. Como relevantes benefícios da utilização de plantas de cobertura, pode-se citar: seqüestro de carbono; emissão reduzida de gases para a atmosfera; contribuição à redução do efeito estufa e do desmatamento pelo uso racional de áreas cultivadas em ILP; e preservação de recursos naturais, como no Cerrado do Brasil Central.

Em 1973/1974, no recém-criado Iapar, iniciaram-se estudos de leguminosas de inverno (Tabela 6) como o tremoço branco (*Lupinus albus* L.) (Fig. 7), a ervilha forrageira [*Pisum sativum* L. subesp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.] (Fig. 8) e o chícharo (*Lathyrus sativus* L.) (Fig. 9), entre outras citadas na Tabela 6. Nessa mesma época, iniciaram-se, na Embrapa (Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Tabuleiros Costeiros), estudos de leguminosas de verão (Tabela 5), a exemplo de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.] (Fig. 10), lablabe (*Dolichos lablab* L.) (Fig. 11), mucuna-anã [*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr.] (Fig. 12) e mucuna-preta [*M. aterrima* (Piper & Tracy) Holland] (Fig. 13), com êxitos científicos constatados até hoje (CALEGARI, 1995; CALEGARI et al., 1993; THUNG; CABRERA, 1994; CALEGARI, 2000; ABOUD et al., 2005; CARVALHO; AMABILE, 2006). Ao final dos anos de 1970, implantaram-se projetos determinantes de novo período da adubação verde no Brasil. Em 1977, se estabelece convênio entre o Iapar e a Cooperação Técnica Alemã (GTZ) (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) e impulso aos trabalhos de manejo e conservação do solo no Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul. De 1977 a 1984, introduziram-se cerca de 100 espécies de variadas origens (trópicos, Europa e materiais coletados no Brasil), avaliando-se sua adaptação às diferentes condições agroclimáticas no Estado do Paraná. Em 1978, iniciaram-se estudos com adubos verdes tropicais de verão pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (Empasc), no Estado de Santa Catarina, ampliados a partir de 1984, com grandes avanços na introdução e avaliação de mais de 200 materiais, de inverno e de verão; até meados dos anos 1990, predominaram as leguminosas no inverno (49 % da área), como a ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Muitos dos resultados obtidos no Paraná e em Santa Catarina estão em compilações publicadas (MUZZILLI et al., 1980; MONDARDO et al., 1982; FUNDAÇÃO CARGILL, 1984; MONEGAT, 1991; DERPSCH; CALEGARI, 1992; CALEGARI et al., 1993;

AMADO; WILDNER, 1994; CALEGARI, 1995; FREITAS, 1998; WILDNER et al., 2004, 2006). No Rio Grande do Sul, em instituições de pesquisa – Embrapa Trigo, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (Fundacep), Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis Ataliba Paz (IPRNR) – e de ensino – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal de Pelotas (UFPeL) e Universidade de Passo Fundo (UPF) – direcionaram-se estudos para espécies de inverno (Tabela 6), algumas eliminadas posteriormente do processo produtivo por problemas fitossanitários no monocultivo (CALEGARI et al., 1993; TOMM et al., 1999).

Com decisivos apoios do CNPq, da Embrapa, da Finep e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), realizou-se, no Estado do Rio de Janeiro, em 1983, o *1º Encontro Nacional sobre Adubação Verde*, marco na história nacional das pesquisas dessa prática (FUNDAÇÃO CARGILL, 1984).

Foto: Elaine Bahia Wutke



Fig. 7. Planta de tremçoço-amargo ou branco (*Lupinus albus*), 'Comum', na floração.

Fig. 8. Plantas de ervilha-forrageira (*Pisum sativum* subesp. *sativum* var. *arvense*), 'IAPAR-83', na floração.



Foto: Ademir Calegari

Foto: Ademir Categari



Fig. 9. Plantas de chícharo (*Lathyrus sativus*), 'Comum', na floração.

Fig. 10. Plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), 'Comum'.



Foto: Elaine Bahia Wutke

Foto: Elaine Bahia Wutke



Fig. 11. Plantas de lablabe (*Dolichos lablab*), 'IAC-697', com vagens.



Foto: Elaine Bahia Wutke

Fig. 12. Planta de mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*), 'Comum', com flores e vagens.

A partir de 1987, implementou-se o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Com isto, foram viabilizados projetos-piloto específicos em microbacias hidrográficas no Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, com recursos do Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (Bird-Grupo Banco Mundial) em convênios com os governos estaduais e, em São Paulo, em 1997, com recursos do orçamento estadual e do Grupo Banco Mundial. A adubação verde foi incluída e incentivada como estratégia de aumento da cobertura do solo, controle do escoamento superficial, proteção ao ambiente e otimização da produtividade agrícola sustentável (WILDNER et al., 2004; FONTES, 2006).

A partir de 1990, resgatou-se ainda mais a adubação verde pelo estímulo à agricultura orgânica e familiar, com expressivos resultados em distintas

situações agrícolas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Viabilizaram-se misturas com leguminosas, gramíneas e outras (Tabela 6), como pré-cultura para as de verão e benefícios em comparação à cultura exclusiva, em novo enfoque e contribuição aos sistemas de produção, sobretudo no Sul (MONEGAT, 1991; CALEGARI et al., 1993; WUTKE et al., 1993; FAHL et al., 1998; FREITAS, 1998; AMBROSANO et al., 1999; TOMM et al., 1999; WUTKE; AMBROSANO, 2005; WILDNER et al., 2004, 2006). Incrementou-se o uso das leguminosas em SPD e ILP, viabilizando-se a associação ou o consórcio às gramíneas forrageiras tradicionais, com satisfatórios resultados, como no Cerrado do Brasil Central. Nele, poderão ser, racionalmente, produzidos 150 milhões de toneladas de grãos por ano, dependentes de fatores econômicos, políticos e tecnologias para garantia de ganhos na eficiência produtiva.

As leguminosas são estratégia técnica promissora ao manejo de sistemas integrados, pois têm grande potencial produtivo para produção de alimentos, fibras e energia. Como opções, citam-se principalmente as espécies de verão relacionadas na Tabela 5, além da *Leucaena* sp., da *Crotalaria ochroleuca* G. Don.; da *C. paulina* Schrank e da *Mucuna conchinchinensis* (Lour.) A. Chev. Na Embrapa Cerrados, tem-se estudos de melhoramento de guandu, em condições de estresse abiótico e de incompatibilidade entre adubos verdes e sistemas de produção adequados à região (CARVALHO; AMABILE, 2006).

Em 2005/2006, implementou-se, em São Paulo, o convênio Mapa/IAC/Fundag, executado em Pólos Regionais da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), para produção orgânica de sementes de crotalária-júncea, cultivar IAC-1 (Fig. 6); guandu, cultivar IAC-Fava Larga (Fig. 3) e mucuna-preta, cultivar Comum (Fig. 13) e distribuição aos agricultores no País, atendendo demanda nesse setor.

Os problemas mais freqüentes para adoção definitiva dos adubos verdes são: pouca informação em tecnologia de produção; inadequação de equipamentos para semeadura e beneficiamento de sementes; sementes sem qualidade; ciclo longo de algumas espécies; dificuldade de colheita; e falta de política de preços específica. Apesar da preferência por semente própria, desestimulados pela incerteza de preço mínimo ao produto, os agricultores adquirem sementes de espécies conhecidas e preço garantido. No Brasil, as sementes são produzidas, principalmente, pela iniciativa privada, em empresas especializadas. Atualmente, no Sul, há iniciativa de agricultores familiares e organizações para produção comunitária e resgate de sementes crioulas.

No Brasil, devem ser continuamente desenvolvidos estudos em sistemas de produção e melhoramento genético, para geração de cultivares adaptadas, com mais produção de fitomassa e sementes e ciclo vegetativo compatível às



Fig. 13. Plantas de mucuna-pretinha (*Mucuna atterima*), 'Comum'.

regiões de cultivo (Tabela 7). Podem ser previstos estudos de utilização na biorremediação dos solos cultivados; de mecanização no manejo de fitomassa e colheita de sementes; de caracterização e avaliação de qualidades tecnológicas e nutricionais, utilizáveis na medicina, fitoterapia e cosmetologia; e até como possível fonte energética renovável.

Em panorama estabelecido para 2006–2015, haverá expansão contínua da produção mundial nos países em desenvolvimento e dependência dos mercados agrícolas mundiais do desenvolvimento econômico no Brasil, na China e na Índia, considerados três gigantes no mundo da agricultura (OECD-FAO, 2006).

Assim, e diante do exposto e das perspectivas agrícolas mundiais, de ágil incremento tecnológico, é primordial o incentivo às distintas instituições de pesquisa, tecnologia, ensino e extensão rural no Brasil. Seu papel é fundamental na detecção antecipada de problemas, perspectivas viáveis e contínua geração, implementação e difusão de tecnologias estratégicas para atendimento de demandas, em qualquer contexto agrossilvopastoril. Somente assim é que se poderá otimizar a agricultura nacional, com rentabilidade econômica, geração de riquezas, desenvolvimento sustentável, manutenção da biodiversidade, garantia de suprimento quantitativo e qualitativo de alimentos e preservação ambiental.

Referências

ABBOUD, A. C. S.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília: Embrapa, 2005. 49 p. (Informação Tecnológica, 1.ed.).

AMADO, T. J. C.; WILDNER, L. P. Adubação verde. In: SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (Org.). **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**. 2.ed. rev. Florianópolis: Epagri, 1994. p. 189-202.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C. de. Leguminosas: alternativas para produção ecológica de grãos em diferentes regiões agroecológicas do Estado de São Paulo. In: AMBROSANO, E. J. (Coord.). **Agricultura Ecológica**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 161-178.

BOLLIGER, A.; MAGID, J.; AMADO, T. J. C.; SKÓRA NETO, F.; RIBEIRO, M. F.S.; CALEGARI, A.; RALISCH, R.; NEERGAARD, A. de. Taking Stock of the Brazilian “Zero Till Revolution”: a review of landmark research and farmers’ practice. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 91, p. 47-110, 2006. (Review article).

BRESSANI, R. Legumes in human diets and how they might be improved. In: MILNER, M. (Ed.). **Nutritional improvement of food legumes by breeding** New York: Protein Advisory Group of the United Nation System, 1973. p. 15-42.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde deverão no Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1995. 118p. (Iapar. Circular, 80).

CALEGARI, A. Coberturas verdes em sistemas intensivos de produção. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Agrobiologia, 2000. p.141-153.

CALEGARI, A.; COSTA, M. B.; MONDARDO, A.; WILDNER, L. do P.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. **Adubação verde no Sul do Brasil** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 2.ed. 346 p.

CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CNPH - Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças- Embrapa. **Cultivares**. Disponível em: <<http://www.cnpb.br/paginas/produtod/cultivares.htm>> Acesso em: 1 fev. 2007.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno** 2.ed. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1992. 80 p. (Iapar. Circular, 73).

D’UTRA, G. R. P. **Adubos verdes: sua produção e modo de emprego**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Comercio e Obras Públicas do Estado de São Paulo/Serviço de Publicações, 1919. 76 p.

FAHL, J. I., CAMPO DALL’ORTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W. RIGITANO, O.; MARTINS, F.P.; SANTOS, R.R.; CASTRO, J.L.; SABINO, J.C. Maçã. In: FAHL et al. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas** 6.ed. rev. Atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 396 p. (Boletim, 200).

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. **Evaluation of protein quality**. Rome: FAO, Food Nutrition, 1991 (Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on protein quality evaluation).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION – FAO, 2006. **FAOSTAT Online Statistical Service** Rome: FAO. Disponível em: <<http://apps.fao.org>> Recebido em: 6 fev. 2007.

FONTES, J. L. Programa Estadual de Microbacias. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RECUPERANDO O MEIO-AMBIENTE, 5., 2006, Campinas. **Palestras...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2006. 7 p. 1 CD-ROM.

FREITAS, V. H. de. Situação das plantas de cobertura em Santa Catarina. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 5., 1995, Chapecó, SC. **Resumos...** Florianópolis: Epagri, 1998. p. 39-44.

FUNDAÇÃO CARGILL (Ed.). **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 363 p.

GIORDANO, L. B. Cultivares de ervilha. **Informe Agropecuário**, v. 14, n. 158, p. 22-25, 1989.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal - PAM 2006**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/tabela1> Acesso em: 8 fev. 2007.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Ed.). **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 64-123.

MONDARDO, E.; MORAES, O.; MOREL, D. A.; MIURA, L.; SCHMITT, A. T. **Leguminosas para adubação verde em solos arenosos do sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Empasc, 1982. 2.ed. 13 p. (Empasc. Comunicado Técnico, 43).

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do autor, 1991. 337 p.

MUZZILLI, O.; VIEIRA, M. J.; PARRA, M. S. Adubação verde. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual Agropecuário para o Paraná Londrina**: Iapar, 1980. p. 77-93.

OECD-FAO **Agricultural Outlook 2006-2015**. France: OECD, 2006. 3 p. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/48/6/37190989.pdf>> Acesso em: 1 fev. 2007.

THUNG, M.; CABRERA, J. L. Avaliação de 22 espécies de plantas para fins de adubação verde. In: **Relatório técnico do CNPAF 1990-1992**. Embrapa/CNPAF, Goiânia, 1994. 325 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 51).

TOMM, G. O.; GIORDANO, L. de B.; SANTOS, H. P. dos; ROSINHA, R. C. **Leguminosas de grãos como alternativas de inverno**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 6 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico, 2).

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: UFV, 2001. 206 p.

WILDNER, L. do P.; FREITAS, V. H. de; McGUIRE, M. Use of green manure/cover crops and conservation tillage in Santa Catarina, Brazil. In: EILITTÄ, M.; MUREITHI, J.; DERPSCH, R. (Ed.). **Green Manure/Cover Crops Systems of Smallholder Farmers experiences from tropical and subtropical regions**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 1-36.

WILDNER, L. do P.; ALEXANDRE, A. D.; ALMEIDA, E. X. de; MONDARDO, E.; LAVINA, M. L.; PEREIRA, J. C. RECH, T. D. Espécies vegetais para proteção do solo. In: **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2006/2007** Florianópolis: Epagri, 2006. p. 63-68 (Epagri. Boletim Técnico, 128).

WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coord.). **Curso sobre adubação verde no Instituto Agronômico, 1**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p. 17-29 (Documentos IAC, 35).

WUTKE, E. B.; MASCARENHAS, H. A. A.; BRAGA, N. R.; TANAKA, R. T.; MIRANDA, M. A. C. de; POMPEU, A. S.; AMBROSANO E. J. Pesquisas sobre leguminosas no Instituto Agronômico e sua contribuição para o desenvolvimento agrícola paulista. **O Agrônomo**, v. 53, n. 1, p. 34-37, 2001.

WUTKE, E. B.; AMBROSANO, E. J. Adubação verde. In: AMBROSANO, E. J. et al. (Ed.). **Curso de Capacitação em Agricultura Orgânica, 4** Piracicaba, 2005. Piracicaba: DDD/APTA, 2005. 22 p. 1 CD-ROM.

Literatura recomendada

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. 4. ed. rev. ampl. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.

- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The leguminosae: a source book of characteristics, uses, and nodulation.** Madison: The University of Wisconsin Press, Madison, U.S.A., 1981. 812 p.
- AYKROYD, W. R.; DOUGHTY, J. **Legumes in human nutrition.** Rome: FAO, 1982. 152 p. (Food and Nutrition Paper 20).
- BARNI, N. A.; FREITAS, J. M. O.; ZANOTELLI, V.; SECHIN, J.; TOMAZZI, D. J.; ARGENTA, G.; MATZENAUER, R.; TIMM, P. J.; DIDONÉ, I. A.; BUENO, A. C.; HILDEBRAND, G.; RIBEIRO, S. S. **Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola.** 1.ed. Porto Alegre: Fepagro, 2003. v. 1. 91 p. (Boletim Fepagro, 12).
- CAMARGO, T. L. A. de; HERMANN, J. **Contribuição para o estudo da adubação verde das terras roxas cansadas.** São Paulo: Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. 1928. 22p. (Boletim Técnico, 1).
- CONWAY, G. **Produção de alimentos no século XXI: biotecnologia e meio ambiente.** São Paulo: Estação Liberdade, 2003. 375 p. Tradução: Celso Mauro Paciornik.
- CRUZ, A. L. **Adubação verde.** Rio de Janeiro: SAI, 1985. 42 p. (SAI, 813).
- DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3., Ponta Grossa, 1985. **Anais...** Ponta Grossa, p. 85-104.
- DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance** New York: Plenum Press. 1981. 345 p.
- FAO. **Production Yearbook Book.** New York: FAO, 1958-2003. v. 12-57.
- IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: Iapar, 1998. 255 p. (Iapar. Circular, 101)
- KAY, D. E. **Food legumes.** London: Tropical Products Institute, 1979. 435 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Tropical legumes: resources for the future.** Washington: National Academy of Sciences, 1979. 331 p.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Manejo sustentável dos solos e dos Cerrados. In: **Integração lavoura-pecuária.** Embrapa Arroz e Feijão, 2003.
- MORROW, B. The rebirth of legumes: legume production, consumption and export are increasing as more people become aware of legumes nutritional benefits. **Food Technology**, v. 45, n. 9, p. 96-121, 1991.
- MENDES, C. T. **Adubos verdes.** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, Directoria de Publicidade Agrícola, 1932. 80 p.
- MENDEZ, M. H. M.; DERM, S. C. N.; RODRIGUEZ, M. C. R.; FERNANDES, M. L. **Tabela de composição de alimentos.** Rio de Janeiro: EDUFF, 1995. Disponível em: <<http://www.fcp.usp.br/tabelas>> Acesso em: 31 jan. 2007.
- MATEO-BOX, J. M. **Leguminosas de grano.** Barcelona: Salvat, 1961. 550 p.
- NALAPAMG, A. **Grain legumes in the tropics** Bangkok: Department of Agriculture, 1992. 98 p.
- NEME, A. N. **Leguminosas para adubos verdes e forragens.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1966. 4.ed. 28 p. (Instituto Agrônômico. Boletim, 109).
- NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** 2. ed. Campinas: Nepa/Unicamp: Campinas, versão II, 113p. 2006.
- SMART, J. **Tropical pulses.** London: Logman, 1976. 348 p.
- SINHA, S. K. **Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos** Roma: FAO, 1978. 127 p. (Estudio FAO; Producción y protección vegetal).

SUMMERFIELD, R. J.; BUNTING, A. H. (Ed.). **Advances in legume science**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1980. 623 p.

TRANI, P. E.; BULISANI, E. A.; BRAGA, N. R. **Adubação Verde**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1989. 13 p. (Cati. Boletim técnico, 197).

THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. Grain legumes – a boon to human nutrition. **Trends in Food & Science Technology**, v. 14, p. 507-518, 2003.

WAY, G. **Adubação verde**. São Paulo: Nobel, 1988. 64 p. (Campo & Cidade, 3).

WHYTE, R. O.; NILSSON-LEISSNER, G.; TRUMBLE, H. C. **Legumes in agriculture**. Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1953. 367 p. (FAO Agric. Studies 21).

Capítulo 9

Café

Elessandra Aparecida Bento Mourão
Paulo Cesar Afonso Júnior
Gabriel Ferreira Bartholo

O desenvolvimento agrícola, político e econômico da cafeicultura brasileira

Desde o período colonial, o café (*Coffea arabica* L. – café arábica, *C. canephora* Pierre ex A. Frochner cv. Robusta – café robusta e *C. canephora* cv. Conillon – café Conilon) tem sido uma das principais atividades a contribuir para o desenvolvimento econômico do País e a financiar a modernização da economia brasileira. A produção de café serviu à acumulação de capital e foi base para o nascimento da indústria no Brasil desde o fim do século 19.

No início do século 20, a cultura cafeeira manteve sua importância, apesar das sérias dificuldades que sofreu em razão da volatilidade da produção, uma vez que a bianualidade típica da cultura e sua alta sensibilidade às condições climáticas propiciavam relevantes alterações na quantidade ofertada ao mercado, com consequências imediatas no preço do produto (PIRES FILHO, 2006).

Nessas crises da primeira metade do século 20, a atuação estatal foi então direcionada para a formação de imensos estoques de café a fim de, posteriormente, efetuar a destruição de tais estoques, na tentativa de aumentar a cotação do produto no mercado internacional.

Esses períodos críticos, porém, não impediram que a atividade cafeeira sustentasse o crescimento da economia, com a geração de recursos internos e externos e com a manutenção de elevado nível de emprego, o que acelerou a industrialização brasileira, por meio do efeito multiplicador da produção e do consumo (CARVALHO, 2002).

Em razão da relevância da cafeicultura para a economia, foi criado, em 1931, o Conselho Nacional do Café (CNC), substituído, em 1933, pelo Departamento

Nacional do Café (DNC), autarquia federal subordinada ao Ministério da Fazenda, que controlou o setor até o ano de 1946, quando foi extinta.

Nas décadas de 1940 e 1950, a grande redução dos estoques em consequência da Segunda Guerra Mundial ocasionou elevação de preço, o que resultou em oportunidade para a forte expansão do parque cafeeiro nacional, com destaque para o Estado do Paraná, que teve a área cafeeira duplicada em apenas uma década, entre 1945 e 1955. A produção saltou de 0,9 milhões de sacas, no início dos anos de 1940, para aproximadamente 5,7 milhões de sacas, em meados da década de 1950, o que fez com que o País produzisse, nessa mesma época, 22,8 milhões de sacas do produto.

De acordo com Pires Filho (2006), além do Paraná, os estados de São Paulo e Minas Gerais formaram as grandes regiões produtoras de café arábica das cultivares Bourbon e Sumatra, cujo sistema de plantio mais tradicional era em quadra, com o largo espaçamento de 4 m x 4 m, e o uso de mudas por cova, por causa da possibilidade de utilização de solos com alta fertilidade.

Com isso, a cafeicultura brasileira passou a necessitar de um órgão estruturado segundo seus interesses. Assim, em 1952, foi criado o Instituto Brasileiro do Café (IBC), autarquia com personalidade jurídica e patrimônio próprio, cuja função era executar as decisões de uma junta administrativa que definia as diretrizes políticas cafeeiras.

Nessa época, para tentar solucionar o problema das baixas cotações causadas pela excessiva oferta, foram adotados câmbios múltiplos com o objetivo de aumentar as exportações industriais, defender os preços em dólares e diminuir as pressões inflacionárias decorrentes do custo relativo de compra dos excedentes (PIRES FILHO, 2006).

De acordo com Carvalho (2002), nesse período foi criada, também, uma cota de contribuição, que consistia na diferença entre a cotação do mercado internacional e a quantidade de dólares por saca para o exportador, estipulada pelo governo. Caso o preço de venda estivesse acima do indicado pelo governo, essa diferença era transferida para o Fundo de Reserva de Defesa do Café, administrado pelo Banco Central, cuja denominação atual é Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé), responsável pelos recursos financeiros direcionados à economia cafeeira.

Ainda em relação a esse período, tem-se que a expansão da cafeicultura no fim da década de 1950 mostrou uma cultura muito rentável e, conseqüentemente, o aumento do plantio de café ocasionou uma crise de superprodução na década seguinte.

No início dos anos de 1960, havia 4,3 bilhões de pés de café no País e a produção alcançou 29,8 milhões de sacas na safra de 1960/1961. Os elevados níveis de produção, superiores às possibilidades de exportação, contribuíram

decisivamente para desaceleração da produção, dando início a um período de retração da economia cafeeira, em razão do desequilíbrio entre os custos de produção e os preços praticados no mercado internacional. Tais condições resultaram na redução da produtividade por causa dos maus-tratos culturais e abandono dos cafezais.

Essa superprodução deu origem à crise de preços, instigando intervenção estatal para planejar e coordenar a atividade. De acordo com Carvalho (2002), o programa de erradicação que existia naquela ocasião consistia na indenização aos produtores pelos pés de cafés eliminados e permitiu que, no período compreendido entre 1961 a 1970, o número de pés de café diminuísse de 4,3 bilhões para 2,3 bilhões e a área cultivada com café de 4,8 milhões de hectares para 2,7 milhões.

A campanha de erradicação, que acabou em 1968, somada à geada que ocorreu no Paraná, em 1967, bem como aos preços baixos do café no mercado internacional, resultou em grande retração do parque cafeeiro no período entre 1960 e 1970.

Nesse mesmo período, houve expressivo aumento do consumo interno de café torrado e solúvel, o qual passou de 5,2 milhões de sacas de 60 kg, em 1960, para 8,9 milhões, em 1970, em razão de campanha para incentivar o aumento do consumo por meio de subsídios e do tabelamento do preço repassado aos consumidores.

Segundo Pires Filho (2006), o objetivo dessa campanha nacional foi o de dar vazão aos estoques excedentes com a difusão do hábito do café em regiões cujo consumo per capita era menor, bem como entre a população de renda mais baixa.

Ainda em relação à política de planejamento e de coordenação do sistema nacional cafeeiro, com objetivo de valorizar o produto, tentou-se controlar a oferta mundial implementando-se acordos entre países produtores de café. Os acordos tiveram a adoção de cotas como principal mecanismo de intervenção e essas foram praticadas nos períodos de 1965 a 1972, de 1981 a 1985, e de 1988 a 1989, quando foi decretado o fim dos acordos internacionais.

Na década de 1970, houve uma das piores intempéries ocorridas no Brasil, conhecida por “geada de 1975”, a qual praticamente dizimou os cafezais do Paraná, afetando também as lavouras de São Paulo e de Minas Gerais, porém, em menor escala.

Segundo Pires Filho (2006), durante aquela década, em especial após a geada de 1975, o IBC realizou um grande programa de renovação e de revigoramento dos cafezais mediante a liberação de créditos para práticas culturais, como controle de doenças, podas e preparo pós-colheita.

Como resultado desse programa, o parque cafeeiro passou de 2,3 bilhões de pés de cafés, em 1970, concentrados nos estados do Paraná e São Paulo, para 3,5 bilhões de pés, em 1980, e ocorreu a renovação dos cafezais mais antigos. Ainda na década de 1980, o parque cafeeiro concentrava-se nos estados do Paraná e de São Paulo, mas houve maior crescimento em Minas Gerais.

Além disso, em meados da década de 1970 começou a ganhar importância o cultivo da espécie *Coffea canephora* cv. Conillon, com utilização bastante direcionada para a produção do café solúvel. Recentemente, o café Conilon tem ganhado espaço também no segmento da torrefação, com a formação de *blends* com o café arábica.

Em seguida, a década de 1980 trouxe reflexos negativos para a atividade cafeeira, como queda do consumo e dos preços e altos estoques nos países produtores. Diante desse cenário e buscando dar início a uma nova política de valorização externa do café, juntamente com a Colômbia, o governo brasileiro promoveu a chamada Operação Patrícia, que visava a forçar a alta dos preços internacionais, mas não deu certo.

Segundo Pires Filho (2006), a insatisfação com o grau de interferência do governo na atividade cafeeira era elevada e culminou com o fim do Acordo Internacional do Café, em 1989, marcando o encerramento da intervenção governamental direta no mercado de café.

Na opinião de Carvalho (2002), pelo fato de não mais haver o regime baseado na autoridade paterna do IBC e por causa do fim da regulamentação da oferta de café no mercado internacional, mediante o incremento dos estoques governamentais, houve aumento expressivo da necessidade de o Brasil ser mais competitivo.

A década de 1990 teve início com a extinção do IBC, acentuando-se o ambiente de livre mercado que antes havia se instalado na economia cafeeira do Brasil, ocasionando a tentativa de reorganização da cadeia produtiva com vistas à sua adaptação a essa nova realidade (PIRES FILHO, 2006).

O início dos anos de 1990 também ficou marcado pela extinção das cláusulas econômicas da Organização Internacional do Café (OIC), que regulamentavam as cotas de exportações dos países produtores, eliminando, assim, os mecanismos de controle de preços. A vertiginosa queda dos preços do café até 1994 foi responsável pela redução de cerca de um quarto das lavouras, ocasionando menores safras e diminuição de estoques.

Nesse novo ambiente, segundo Carvalho (2002), os produtores começaram a se preocupar mais com a qualidade do café, com a produtividade e com a busca de novos nichos de mercados. Apesar de a maioria dos produtores ser de pequeno porte, houve o ingresso de grandes empresários na cafeicultura, com elevado nível tecnológico. Novas cultivares de café foram desenvolvidas

e as diferentes regiões produtoras iniciaram processos de estabelecimento de parâmetros de qualidade do produto.

Inicia-se nova etapa de expansão das lavouras, com plantios em larga escala e expansão do parque cafeeiro para o patamar de 5,4 bilhões de cafeeiros alcançado no ano de 2000, especialmente em razão do adensamento do plantio.

No ano de 1996, foi fundado o Conselho Deliberativo de Política Cafeeira (CDPC), com atribuições de autorizar a realização de programas e projetos de pesquisa agrônômica e de estimativa de safras, de aprovar proposta orçamentária referente aos recursos do Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé), e de definir políticas públicas cafeeiras.

Ainda no mesmo ano, foi estabelecido o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, cujas gestão e execução ficaram a cargo do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café,) formado por inúmeras instituições de pesquisa, sob coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

No fim da década de 1990 foi implementado o programa de marketing, intitulado “Programa Cafés do Brasil”, com o objetivo de aumentar a demanda por café e melhorar a imagem do café nacional nos mercados interno e externo. Também nos anos de 1990 o consumidor passou a ter mais opções de tipos de café e qualidade, dados o aumento da concorrência e a segmentação do mercado consumidor.

No início do século 21, porém, os preços internacionais do café estavam baixos e os países produtores implementaram novamente um plano de ordenamento da oferta mundial – plano de retenção –, o qual não teve resultado favorável, fazendo com que o Brasil perdesse participação no mercado mundial. O programa de retenção correspondia a cerca de um quarto do volume exportado, com o objetivo de melhorar as cotações do produto.

Tal plano possibilitou a outros países ocuparem o espaço de mercado antes ocupado pelo Brasil, maior produtor e exportador mundial de café, cuja participação no mercado internacional durante o período dos acordos internacionais caiu de 52 %, em 1962, para 22 %, em 1989.

A produção agrícola do café e os pólos regionais

Como visto, ao longo de todas essas décadas, a economia cafeeira desenvolveu-se influenciada por um complexo de fatores, tais como as cotações internacionais

do produto, a concorrência de outros países produtores, os incentivos governamentais, as condições climáticas, a disponibilidade de solos férteis, e até mesmo a própria bianualidade típica da cultura.

Resultado de todo esse processo, a série histórica visualizada na Fig. 1 revela uma tendência de longo prazo para o aumento dos patamares da produção de café no Brasil. Observa-se que a produção de café cresce do patamar de 29,8 milhões de sacas, na safra 1960/1961, para 42,5 milhões na safra 2006/2007.

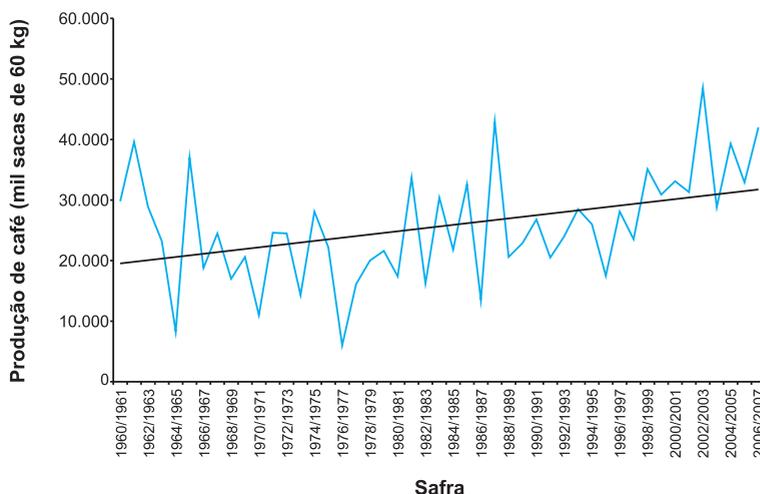


Fig. 1. Produção de café no Brasil no período de 1961 a 2007.

Fonte: Boletim do Café - Anuário 1996 (até 1988: IBC; 1990/1995: Febec; 1996/2000: Embrapa; 2001/2004: Conab).

O País é o maior produtor mundial de café, com 34,3 % da produção na safra 2006/2007, seguido do Vietnã (12,0 %), da Colômbia (9,4 %) e da Indonésia (5,5 %), segundo dados da Organização Internacional do Café (OIC).

Além disso, as exportações brasileiras são as maiores do mundo, tendo alcançado o patamar médio de 25,1 milhões de sacas por ano entre 2000 e 2006, de acordo com dados do Conselho dos Exportadores do Café do Brasil (Cecafé).

No âmbito regional, as principais transformações no cenário da cafeicultura surgiram com maior ênfase a partir da década de 1970, com o surgimento de novas fronteiras agrícolas como consequência de fatores climáticos e de incentivos públicos.

Ocorreram mudanças importantes na geografia da produção cafeeira, a exemplo do deslocamento do centro produtor do Paraná e São Paulo para o Espírito Santo e, principalmente, para Minas Gerais, além do surgimento de novos estados produtores, como Bahia e Rondônia.

Esses deslocamentos ocorreram principalmente em razão das dificuldades climáticas que afetaram a cafeicultura do Paraná, com destaque para a geadas de 1975, que atingiu com menor efeito os cafezais de São Paulo e parte dos cafezais de Minas Gerais.

Atualmente, as variações geográficas, a dimensão continental e as características de clima tropical do País favorecem a adaptação da planta e garantem o sucesso do cultivo do café de tal forma que permitem ao Brasil ser o único país capaz de produzir, a custos competitivos, todos os tipos de cafés exigidos pelo mercado mundial.

Embora existente em grande parte do território nacional, a produção de café encontra-se concentrada em seis estados: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia. Na safra 2006/2007, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Estado de Minas Gerais liderou a produção e representou 51,7 % da produção brasileira, com 21,9 milhões de sacas, seguido do Espírito Santo, com 21,2 % da safra nacional – 9 milhões de sacas –, a maior parte de café robusta. Em terceiro lugar, o Estado de São Paulo representou, na mesma safra, 10,5 % da produção nacional, com 4,5 milhões de sacas.

Vale destacar que, em razão do investimento em tecnologia, do clima e do relevo privilegiados, da disponibilidade de recursos hídricos e da elevada produtividade, o Cerrado Mineiro e o oeste do Estado da Bahia passaram a representar as novas fronteiras da cafeicultura. Na Bahia, a cafeicultura tem migrado para a região oeste do estado, investindo em alta tecnologia de irrigação e manejo, obtendo produtividades médias na ordem de 60 sacas/ha. Na Região Norte destaca-se Rondônia, com produção de 1,2 milhão de sacas na safra 2006/2007, especialmente de café robusta (CONAB, 2007).

Além desses, outros estados que produzem café com volumes menos expressivos são: Rio de Janeiro, Mato Grosso, Pará, Goiás, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul.

Em cada estado, a distribuição ainda reflete o fato de o desempenho da cafeicultura ser influenciado pela diversidade de clima, solo, relevo, altitude, latitude e índices pluviométricos de cada região produtora. Ou seja, dentro do mesmo estado podem coexistir pólos cafeicultores regionais com características bastante distintas, tanto em termos quantitativos como qualitativos, o que torna relevante uma breve análise regionalizada da produção de café no Brasil.

Desse modo, a partir desses seis principais estados produtores, e levando em consideração a razoável homogeneidade das condições edafoclimáticas e do café produzido, pode-se destacar as principais regiões produtoras de café no País: sul de Minas Gerais, Cerrado de Minas Gerais, Matas de Minas Gerais, Mogiana Paulista, Cerrado baiano, Paraná, Espírito Santo e Rondônia.

O sul de Minas Gerais é o maior pólo produtor de café do País. A cultura é responsável por 70 % da renda agrícola da região, embora somente 15 % das

propriedades sejam utilizadas para o seu cultivo. Na região, o café arábica é plantado numa altitude entre 850 m e 1.250 m e a temperatura média anual varia entre 22 °C e 24 °C, o que representa condições propícias à qualidade do produto, o qual pode ser caracterizado pelo aroma frutado e acidez notável, medianamente encorpado e adstringente com um *aftertaste* prolongado após sua degustação.

A região do Cerrado mineiro caracteriza-se pelo alto grau tecnológico das culturas de café arábica, como, por exemplo, o uso intensivo da mecanização e da irrigação e pela excelente produtividade. O cultivo se dá em solos areno-argilosos, com relevo plano e suave, em altitudes entre 800 m e 1.000 m, com estações climáticas bem definidas, o que favorece o cultivo de cafés equilibrados em corpo e acidez, com aroma achocolatado. A estação seca bem definida no Cerrado mineiro propicia a produção do chamado café natural, isto é, seco em terreiros ao sol. Esse método de secagem permite a migração dos açúcares da polpa para o grão, proporcionando uma bebida mais adocicada.

Ainda no Estado de Minas Gerais, a região da Zona da Mata, localizada ao leste do estado, possui relevo acidentado, com altitudes que variam entre 400 m e 1.100 m, com predomínio de pequenas propriedades e uso intensivo de mão-de-obra. Na região, é relevante o café processado por via natural, sendo uma parcela do produto lavada para melhorar o paladar da bebida, propiciando um café muito encorpado, muito doce, alguns com acidez acentuada, mas equilibrada.

No Estado do Espírito Santo, segundo maior produtor do País, são cultivadas as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* cv. Conillon, as quais, juntas, representaram 21,2 % da produção nacional de café na safra 2006/2007. Porém, o café Conilon ganha especial ênfase na região, tendo se expandido principalmente nas regiões baixas, de temperaturas elevadas. Atualmente, o café Conilon detém mais de 60 % do parque cafeeiro do Espírito Santo e representa cerca de 70 % da produção brasileira da cultivar, permitindo o País alcançar o posto de segundo maior produtor mundial desse tipo de café, somente atrás do Vietnã.

De forma geral, os cafés produzidos no Espírito Santo são cultivados em altitudes de 900 m a 1.100 m, próximo à divisa com o Estado de Minas Gerais. Os grãos produzidos nas serras capixabas apresentam aroma levemente caramelizado e sabor pouco adstringente, tornando o café pouco encorpado e com acidez regular.

São Paulo, por sua vez, o tradicional pólo produtor da Mogiana Paulista, no nordeste do estado, tem mais de 200 anos de experiência no cultivo do café arábica, em solo areno-argiloso, com altitude entre 900 m e 1.000 m e com

temperatura média anual bastante amena, em torno de 20 °C. Em termos qualitativos, é conhecida pelos cafés de qualidade, com bastante corpo e aroma, além de doçura natural.

A cultura do café no Estado de Rondônia é relativamente recente e teve início com a migração de trabalhadores rurais de outras regiões produtoras. Desse modo, a cafeicultura representou, ao longo do processo de colonização, a base econômica de sustentação das pequenas e médias propriedades rurais, gerando benefícios sociais e econômicos. Atualmente, o estado é o maior produtor de café da Região Norte e está entre os cinco maiores no cenário nacional. Destaca-se a importância do café Conilon, que representa mais de 90 % da safra rondoniense, fazendo do estado o segundo maior produtor nacional dessa espécie de café.

A Bahia tem adquirido importância no cenário da cafeicultura nacional, embora sua produção de café seja recente (a partir da década de 1970), se comparada a outras regiões cafeeiras. No estado, podem ser consideradas três regiões de produção consolidadas: a do Planalto, mais tradicional produtora de café arábica; a Litorânea, no sul do estado, com plantios predominantes do café Conilon e a região oeste, também produtora de café arábica, sendo uma região de cerrado com irrigação.

Quanto a essa última, também conhecida como Cerrado baiano, é importante destacar a intensiva utilização de mecanização e irrigação, bem como a estrutura fundiária formada por grandes propriedades. O Cerrado baiano tem altitude média de 850 m, o que permite boa qualidade de café arábica. Em termos climáticos, os invernos secos favorecem a produção de cafés aromáticos. Os grãos proporcionam bebida similar à preparada com os cafés produzidos no Cerrado mineiro, com sabor muito suave, levemente achocolatado, pouco encorpada e com notável acidez.

Por fim, a região produtora paranaense teve maior importância no cenário nacional a partir da década de 1950, com a disseminação da cafeicultura pelo norte do estado, em solos férteis, relevos suaves e altitudes entre 350 m e 900 m. Na década de 1960, o Paraná alcançou o posto de maior produtor nacional, com cerca de 60 % de participação na safra 1969/1970. Porém, a grande geada de 1975 atingiu severamente os cafezais paranaenses, obrigando o deslocamento da produção de café do estado para outras regiões menos suscetíveis àquela intempérie, como São Paulo e Minas Gerais.

Atualmente, embora a produção de café no Paraná não possua a mesma relevância no cenário nacional, pode-se dizer que o produto possui boas características qualitativas, ocasionadas, entre outros motivos, pela colheita seletiva em grande parte dos cafezais, o que proporciona bebida extremamente encorpada, com amargo acentuado, aroma caramelizado e acidez normal.

A produtividade agrícola e as inovações tecnológicas

Ao contrário do ocorrido com a série histórica da produção de café no Brasil, observa-se tendência de longo prazo rumo à diminuição da área plantada. Os dados da Pesquisa Agrícola Anual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Fig. 2) apontam redução dos 4,5 milhões de hectares, colhidos na safra 1960/1961, para apenas 2,1 milhões, na safra 2005/2006, o que representa decréscimo de mais de 50 %.

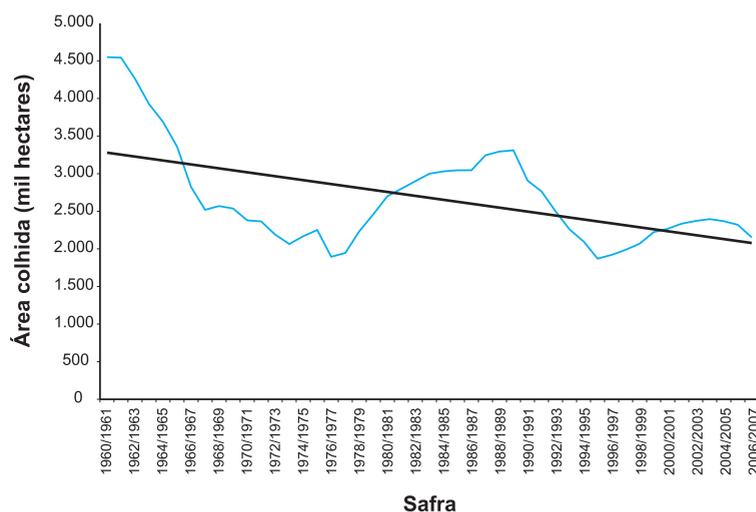


Fig. 2. Área colhida de café no Brasil no período de 1961 a 2007.

Fonte: da safra 1960/1961 até 1998/1999, (CARVALHO, 2002); da safra 1999/2000 até 2005/2006 (IBGE, 2007).

Dentro dessa tendência de longo prazo, a redução da área plantada acelerou-se após a crise gerada pela superprodução do início da década de 1960, ocasionada pelo aumento das cotações internacionais do produto nos anos anteriores. Essa queda na área plantada, como visto anteriormente, foi causada pelo programa de erradicação realizado pelo governo para tentar controlar o excesso de oferta do produto.

Em meados da década seguinte, conforme dados apresentados na Fig. 2, a área colhida sofreu outra redução brusca, alcançando apenas 1,9 milhão de hectares na safra 1976/1977, como efeito da grande geada de 1975, que afetou negativamente a área colhida nos anos seguintes, principalmente nos estados mais ao sul do País, como o Paraná.

Essa forte retração, como visto anteriormente, foi revertida nos anos seguintes por meio do Programa de Renovação e Revigoração dos Cafezais, que permitiu alcançar o patamar de 3 milhões de hectares na safra 1983/1984.

Somente a partir do início da década de 1990, a área colhida de café no Brasil volta a cair a menos de 2 milhões de hectares (período de 1995 a 1998), provocada, principalmente, pela desregulamentação da cadeia produtiva e pela aceleração da adoção de inovações tecnológicas. Nos últimos anos, a área colhida encontra-se estabilizada no patamar de 2,3 milhões de hectares.

Feitas essas considerações, vale ressaltar que a explicação para o paradoxo formado entre o aumento da produção (Fig. 1) e a diminuição da área plantada com café (Fig. 2) pode ser encontrada quando se considera o aumento da produtividade física das lavouras ao longo das décadas.

A produtividade dos cafezais no Brasil é uma variável complexa de ser analisada. Isso porque alguns fatores estabelecem grandes variações nas diversas regiões produtoras, podendo variar de 5 sacas a 100 sacas beneficiadas por hectare. São esses fatores a diversidade de cultivares plantadas, os sistemas de plantio em inúmeros espaçamentos, o relevo, o clima, o solo, a adubação, e vários outros.

Pode-se dizer, contudo, que mesmo com as dificuldades enfrentadas pela cafeicultura, como geadas e outras condições adversas, a produção de café apresentou grande evolução nos últimos 40 anos. A adoção de novas tecnologias, incluindo adubação, tratamentos culturais, maior adensamento, cultivares melhoradas, dentre outros, contribuiu para o expressivo aumento da produtividade.

Segundo dados apresentados na Fig. 3, o rendimento médio da cafeicultura subiu de 6,5 sacas/ha, na safra 1960/1961, para expressivas 19,5 sacas/ha, na safra 2006/2007. Considerando os dados agregados, a produtividade média da década de 1960, em torno de 7,2 sacas/ha, subiu 17,6 % na década seguinte, alcançando 8,5 sacas/ha, e mantendo-se próximo desse patamar também na década de 1980. Mas, foi a partir da década de 1990 que a produtividade agrícola do café brasileiro cresceu de forma mais acentuada, atingindo, em média, 11,8 sacas/ha, o que representa acréscimo de 42,5 % à média da década anterior.

Nas sete primeiras safras do século 21, a produtividade deu outro salto, com média de 15,8 sacas/ha, ou seja, 34,2 % mais café produzido na mesma unidade de área, em relação aos índices da década de 1990.

Nesse contexto, destaca-se a existência de tendência de crescimento contínuo da produtividade agrícola do café no Brasil, em decorrência, principalmente, de mudanças na base tecnológica do setor produtivo. Ou seja, a adoção de novas tecnologias, como novas cultivares, maior adensamento e melhor espaçamento temporal da cultura, irrigação e outras, permitiram o aumento da produtividade das lavouras e, com isso, o aumento da produção nacional de café, mesmo com a diminuição da área plantada.

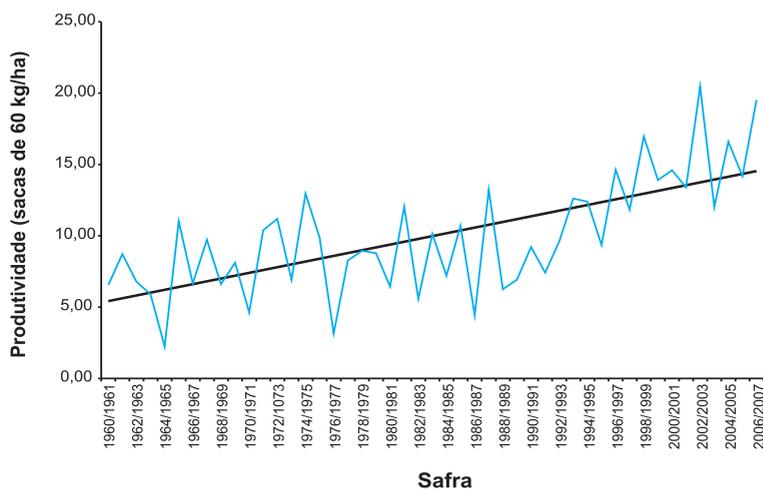


Fig. 3. Produtividade agrícola média do café no Brasil no período de 1961 a 2007.

Fonte: da safra 1960/1961 até 1998/1999 (CARVALHO, 2002); da safra 1999/2000 até 2005/2006 (IBGE, 2007).

Algumas mudanças relevantes na base tecnológica

Considerando a crescente demanda do mercado consumidor, ocorrida ao longo das últimas quatro décadas, tem-se que o aumento da área plantada poderia ser uma resposta natural para incremento das safras de café. É pouco provável, no entanto, que pudesse ter ocorrido, uma vez que mais de 80 % da produção cafeeira brasileira se encontra concentrada na Região Sudeste, mesma área que, por sua vez, abriga e concorre com atividades agrícolas valorizadas, como a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e a soja [*Glycine max (L.) Merrill*].

Somente por meio do aumento da produtividade foi possível, portanto, o atendimento das necessidades do mercado consumidor de café. Além disso, a baixa produtividade dos cafeeiros compromete o atendimento da demanda crescente e acarreta custos mais elevados da produção em termos relativos, situação que pode ser agravada pelo uso inadequado dos fatores de produção, por dificuldades na comercialização e pela pouca qualidade do produto, resultando em menor competitividade nos mercados nacional e internacional.

Nesse contexto, as inovações ocorridas na base tecnológica permitiram, em primeiro lugar, a consolidação da cafeicultura nas tradicionais regiões produtoras, como Mogiana Paulista e sul de Minas Gerais, de forma que possibilitasse a continuidade da cultura mesmo em solos exauridos, cujo cultivo de café remonta ao século 19.

Em segundo lugar, propiciaram a expansão dessa cultura para locais com restrições edafoclimáticas, mediante a geração de tecnologias de superação,

associada a sistemas de produção inovadores, com foco na utilização de cultivares mais bem adaptadas, no melhoramento das características físicas e químicas do solo, na densidade de plantio, adubação modular e uso racional dos fatores de produção. Esse é o caso do Cerrado, principalmente em Minas Gerais e na Bahia, que se tornaram importantes pólos produtores de café de alta qualidade.

A descrição do conjunto de mudanças na base tecnológica não é tarefa fácil, tendo em vista a complexidade dos fatores envolvidos e a diversidade de tecnologias empregadas, as quais, conjuntamente, permitem esse incremento da produtividade do café. É possível, contudo, destacar alguns dos principais avanços adotados pela cafeicultura e com maior efetividade no aumento da produtividade e da qualidade da cultura; dentre eles aqueles relacionados ao melhoramento genético da planta, ao sistema de cultivo adensado, à correção das características químicas dos solos e à irrigação.

Uma das principais inovações está relacionada com o contínuo melhoramento genético do cafeeiro, desde o início do século 18, quando o cultivo do café arábica no País foi iniciado com a introdução das primeiras mudas e sementes de *C. arabica* trazidas da Guiana. Depois da introdução da primeira cultivar produzida no Brasil, chamada Típica, Nacional ou Crioulo, os cafezais brasileiros foram sendo formados, por mais de um século de expansão da cultura, com pequena introdução de materiais genéticos, o que implicava reduzida variabilidade.

Em 1852 chegaram ao Brasil sementes da cultivar Bourbon Vermelho (*C. arabica* cv. Bourbon Vermelho), oriundas da Ilha de Reunião, que era produtiva e exigia melhores tratamentos culturais e adubações do que a cultivar Nacional, alcançando grande importância no desenvolvimento da cultura.

Introdução importante ocorreu em 1896 com a cultivar Sumatra, originária da ilha de mesmo nome. Embora não tenha tido o mesmo sucesso, contribuiu por ter originado, por hibridação natural com 'Bourbon Vermelho', a cultivar Mundo Novo, selecionada em 1931 e, até hoje, uma das mais plantadas no Brasil.

Outro avanço importante se deu no século 20, com a redução do comprimento dos internódios, em decorrência da mutação genética mais importante em café arábica, ocorrida na cultivar Bourbon Vermelho, dando origem, por seleção, em 1930, à cultivar Caturra, selecionada pelo Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, no Estado de São Paulo.

O pequeno porte da cultivar é de elevada importância, pois todos os projetos de melhoramento posteriores passaram a considerar a menor estatura das plantas como fator de grande interesse econômico, por facilitar a operação de colheita, uma das etapas mais dispendiosas na produção de café, e por permitir plantio mais adensado.

Adiante, a hibridação realizada em 1949 entre ‘Caturra Amarelo’ e ‘Mundo Novo’ deu origem às cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho, que reuniram as características de rusticidade e produção de ‘Mundo Novo’ e o porte reduzido da ‘Caturra’. As cultivares Catuaí tiveram grande aceitação, existindo grande número de linhagens melhoradas de Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo.

Além dos aspectos quantitativos da produção, o melhoramento genético contribuiu para a obtenção de cultivares mais resistentes a pragas e a doenças. Após a chegada da ferrugem no Brasil, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome e depois da constatação de que os nematóides, principalmente da espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood, os programas de melhoramento genético passaram a buscar genes de resistência à moléstia e a pragas e a incorporá-los às cultivares Mundo Novo e Catuaí, dentre outras, até mesmo com a produção de híbridos como Catimor.

A resistência ao bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella* Guérin-Mèneville), uma das principais pragas do cafeeiro, também foi objeto dos programas de melhoramento. Essa resistência genética tem sido investigada em hibridações entre cultivares de *C. arabica*, como a Catuaí Vermelho, suscetíveis, com várias espécies silvestres de *Coffea*, resistentes, dentre as quais se destaca *C. racemosa* Lour..

Atualmente, existe grande quantidade de cultivares de café arábica, das quais as mais exploradas comercialmente são Catuaí (60 %) e Mundo Novo (35 %). O restante é constituído por cultivares mais recentes, como Catucaí, Icatu e Obatã. Do café robusta, a cultivar amplamente cultivada é a Conilon, utilizada na indústria do café solúvel e na formação de *blends* com o Arábica.

O que se observa é que as cultivares tradicionais estão lentamente sendo substituídas por cultivares novas e com características mais competitivas, tais como resistência a pragas e a doenças, tolerância a estresses abióticos, maior produtividade, arquitetura de planta mais adequada ao manejo e, concomitantemente, com melhor qualidade do produto final.

Ao mesmo tempo, o enfoque no aumento de produção vem sendo substituído pelo aumento da oferta de produto com qualidade. Nesse novo cenário, o melhoramento genético associado à utilização do conjunto de tecnologias já disponíveis, que oferecem segurança no manejo da lavoura, contribui de maneira fundamental para a consolidação do País como principal produtor mundial de café.

As pesquisas brasileiras têm mostrado que ganhos em produtividade e na qualidade final do produto dependem não só dos processos produtivos, mas, sobretudo, da qualidade genética da matéria-prima utilizada. Somente nos últimos anos, foram desenvolvidas 16 novas cultivares para o plantio nos mais

diversos ecossistemas brasileiros. Estima-se que sua utilização possibilitará o incremento médio da produtividade em mais de 20 %, podendo representar ainda menor emprego de agroquímicos, redução de custos e aumento da rentabilidade do produtor.

Outro aspecto relevante na produção brasileira de café diz respeito a reduzir o uso de produtos químicos nas lavouras, por meio do desenvolvimento e aplicação de métodos de controle integrado, baseando-se em análises de custos, benefícios econômicos e ambientais, e, por fim, de acordo com os interesses e impactos sobre a lavoura, o produto e o trabalhador.

A pressão exercida pela competitividade dos vários mercados e as alterações climáticas globais têm influenciado todo o segmento produtivo a se ajustar de forma inovadora a essa situação. Nessa corrida, a biotecnologia vem se revelando como o ramo da ciência que proporcionará grande impacto na cafeicultura. O desenvolvimento de métodos biotecnológicos avança rapidamente e as aplicações de tais métodos têm produzido novos produtos e processos para auxiliar os programas de melhoramento genético e aberto novas perspectivas para rápida obtenção de plantas resistentes às doenças e pragas, tolerância a fatores indesejáveis e com elevado potencial produtivo.

Recentemente, foi concluído o seqüenciamento do genoma do cafeeiro e estão sendo conduzidas análises dos fatores genéticos determinantes ou associados a características de interesse agrônomo, o que deverá ampliar a capacidade produtiva e a sustentabilidade do agronegócio café brasileiro.

No que diz respeito ao sistema de cultivo do cafeeiro, o adensamento foi uma das principais inovações tecnológicas. Observa-se ainda que o parque cafeeiro, em quantidade de árvores, teve um aumento de aproximadamente 73 % na segunda metade do século 20, passando de cerca de 3,3 bilhões de árvores, na década de 1960, para cerca de 5,7 bilhões, na safra 2001/2002.

Nesse contexto, a elevação do número de plantas, ao mesmo tempo da diminuição da área plantada (Fig. 2), somente foi possível graças à diminuição dos espaços entre os cafeeiros, tornando o cultivo mais adensado.

Na década de 1960, as lavouras caracterizavam-se por apresentar cerca de 800 plantas/ha, com baixo investimento na implantação, livre crescimento das plantas, menor exigência nutricional e também menor produtividade.

A partir do Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais, implementado na década de 1970, o adensamento da cafeicultura acelerou-se. Inicialmente, os espaçamentos eram maiores e, com a incorporação de novas tecnologias, esses foram gradativamente reduzidos, permitindo maior adensamento das lavouras. Isso porque a redução de espaçamento não pode ser considerada

prática cultural isolada, mas resultado de um conjunto de variáveis interdependentes que incidem sobre a produtividade do cafezal, como a viabilidade de mecanização, condições climáticas, escolha da cultivar, controle de pragas e doenças e outras.

A evolução do adensamento da cafeicultura foi contínua, passando de 1.250 plantas/ha, na década de 1980, para as atuais densidades de plantio entre 3 mil e 7 mil plantas por hectare; além dos sistemas superadensados que alcançam 20 mil plantas/ha.

De forma geral, pode-se dizer que, quanto mais adensado, maiores são as exigências do cultivo no que diz respeito ao uso intensivo de insumos, tecnologias e mão-de-obra. Todavia, o adensamento confere maior produtividade por área.

As principais vantagens do sistema de plantio adensado são o melhor aproveitamento da área, menores custos de produção por saca colhida, a melhor proteção ao solo contra a erosão, tendência a reduzir o ciclo bienal e a menor ocorrência de plantas daninhas.

Como desvantagens, podem ser citadas o maior custo inicial de implantação, a dificuldade de mecanização dos tratos culturais e de uso de culturas intercalares, bem como a tendência à redução da qualidade do café, em razão da maturação tardia e desuniforme dos frutos.

Quanto à correção das características químicas do solo, diversas práticas foram desenvolvidas com vistas ao equilíbrio nutricional e ao manejo adequado dos solos, pressupondo melhoria da fertilidade e garantia da preservação e do aumento da produtividade e da longevidade das lavouras. A construção da fertilidade do solo sob os aspectos de sustentabilidade e a geração de novas tecnologias para novas áreas de exploração, como a irrigada em solos arenosos e os sistemas orgânicos, que se baseiam em parâmetros diferentes daqueles empregados para a cafeicultura tradicional, são os novos desafios para a comunidade científica.

O ganho tecnológico decorrentes das pesquisas na área de colheita e pré-processamento, aliado ao desenvolvimento de equipamentos, sistemas e processos mais eficientes, com reflexo na redução de custos, tem proporcionado expressivo diferencial na qualidade do produto final.

Por fim, cabe mencionar os importantes avanços relacionados à fitossanidade da cafeicultura, apesar das inúmeras pragas e doenças que incidem sobre a cultura. Foram desenvolvidos sistemas de manejo de pragas e doenças visando a uma estratégia global de ação que usa várias táticas de controle, tais como vários métodos químicos, biológicos e culturais, bem como o uso de cultivares resistentes ou de metas de interferência nos processos fisiológicos e ecológicos dos insetos. Essas táticas são selecionadas e integradas em programas

harmônicos, que tiram a máxima vantagem das características das plantas e dos fatores naturais de controle da população dos agentes causadores.

O Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café

No fim do século 20, na constante busca por maior produtividade e objetividade das ações, no uso racional dos fatores de produção, com diminuição de custos, incremento da qualidade e visando à sustentabilidade da atividade, em 1997, um novo modelo de gestão de pesquisa e desenvolvimento do café foi estabelecido, constituído pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. Criado por iniciativa das principais instituições brasileiras de ensino, pesquisa e extensão rural e coordenado pela Embrapa, agregou, ainda, agentes da cadeia agroindustrial e ampliou a oportunidade de contribuição com outras instituições científicas nacionais e internacionais.

O resultado desse esforço é o grande avanço científico e tecnológico que vem sendo gerado, cujos reflexos são percebidos na produção e na produtividade das lavouras cafeeiras. Os números indicam evidências de acentuação dos sintomas provocados pela transformação da base tecnológica, principalmente aqueles relacionados à produtividade física, cujo patamar se elevou em cerca de 30 % nas primeiras seis safras do século, quando comparadas com a produtividade média da década de 1990 (Fig. 3).

Vale destacar que a atuação do consórcio abrange não apenas a geração de tecnologia, mas também a sua transferência aos demais elos da cadeia produtiva do café. Assim, é por meio dessa transferência que as tecnologias atingem os cafeicultores e, com sua adoção, permitem incrementos significativos na produtividade física da cultura.

A aceleração da mudança da base tecnológica nas lavouras cafeeiras tem implicado no aumento considerável da produtividade física da cultura e, por conseguinte, tem proporcionado benefícios à economia como um todo, como o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio e a manutenção de superávits comerciais em razão do aumento das exportações de café.

Além dos avanços tecnológicos obtidos nos últimos anos, a integração de outros aspectos institucionais foi fundamental para as alterações positivas que ocorreram no segmento produtivo da cadeia do café. O fortalecimento das

parcerias entre instituições de ensino, pesquisa e extensão e o setor privado, além da definição de focos e prioridades de pesquisa com base em demandas oriundas dos diferentes segmentos do agronegócio do café, mostrou-se importante instrumento nos avanços obtidos.

Por fim, a disseminação de boas práticas de produção, associada à percepção da necessidade de transferência tecnológica melhor qualificada e mais intensiva, representa importante estratégia para tornar o negócio do café mais competitivo e sustentável, podendo ser traduzido em vantagem comparativa para o café brasileiro.

Perspectivas da cadeia produtiva do café

Como visto anteriormente, a evolução da produção de café desde a sua descoberta qualifica como inquestionável a importância da cultura para o País. Dos primórdios até a atualidade, o café é importante fator de desenvolvimento para a economia brasileira; dentre outros motivos, pela sua expressividade na geração de empregos, na balança comercial e pela transferência de renda aos demais setores da economia.

Diante, contudo, do acirramento do ambiente concorrencial internacional e das questões socioeconômicas e ambientais, as quais requerem atenção, o agronegócio do café precisa ainda avançar nos temas relacionados à sustentabilidade, com vistas a permitir o desenvolvimento e a continuidade da cadeia produtiva ao longo do tempo.

Essa sustentabilidade exige, em primeiro lugar, que o agronegócio do café no Brasil consolide suas vantagens comparativas potenciais por meio de estratégias voltadas para o uso eficiente dos recursos disponíveis, com a continuidade das pesquisas direcionadas à redução de custos, ao aumento de produtividade e à agregação de valor associada ao incentivo à qualidade intrínseca e extrínseca do café tradicional, ao desenvolvimento dos chamados cafés *gourmets*, e à melhoria da imagem dos cafés do Brasil perante os consumidores internacionais.

Em segundo, para ser sustentável, o agronegócio do café tem o desafio de incrementar suas externalidades positivas potenciais, como a valorização dos recursos naturais por meio do manejo racional da cultura, o fortalecimento da confiança do mercado em razão da transparência de gestão advinda da rastreabilidade e a contribuição para a geração de bem-estar social, mediante

a geração de empregos e de renda. A cafeicultura nacional, porquanto, necessita da continuidade da concentração de esforços para garantir reconhecimento, não apenas da qualidade de seu produto, mas também pelo cuidado e pelo respeito ao meio ambiente e a seus trabalhadores. Além disso, o mercado consumidor tem sinalizado com a capitalização do produtor – por utilizar tecnologias de maior eficiência – e também com a maior valorização de produtos que garantam benefícios ao meio ambiente – pela adoção de tecnologias de menor impacto ambiental.

Importante reconhecer, ainda, que a geração de externalidades positivas acaba se tornando uma vantagem comparativa, principalmente quando a cadeia consegue fazer com que o consumidor a perceba. Nesse sentido, a rastreabilidade da produção e a certificação do produto são estratégias a serem fortalecidas para a consolidação da qualidade do café, principalmente daqueles especiais, que possuem atributos cuja mensuração pelo consumidor não é possível, sendo, por isso, chamados de bens de crença.

É o caso, por exemplo, do café orgânico e do café *fair trade*, que incorporam preocupações de ordem ambiental e social. Para esses tipos de café, são necessárias inovações no sentido da diminuição da assimetria de informações entre os consumidores e os agentes produtivos por meio do aumento da confiança dos consumidores na certificação, para que, então, o consumo seja estimulado pelos atributos contidos no selo impresso na embalagem. Além disso, a certificação dos cafés exige o rastreamento de todo o processo produtivo de forma que possa dar garantias de que o produto comercializado corresponde ao padrão de produto certificado.

Essas necessidades de certificação e rastreabilidade encontram relevante sinergia com a chamada Produção Integrada do Café, como conjunto de inovações no sistema agrícola que visa, dentre outros, racionalizar a produção e manter eficiente controle de todas as etapas de produção, com reflexos positivos tanto na produtividade como na qualidade do café e na mitigação dos danos ambientais.

Ademais, a consolidação dessas externalidades positivas demandaria inovações voltadas para o desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias com menor impacto ambiental, com o respeito aos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas, de um lado, e, de outro, voltadas para a valorização do capital humano, com o respeito às legislações trabalhistas nacional e internacional; o aumento da responsabilidade social; a consideração dos componentes ambientais e sociais nas políticas públicas para o setor; e o aumento da participação da sociedade nas estratégias de desenvolvimento da economia cafeeira.

Referências

- CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H.; MENDES, J. E. T.; LAZZARINI, W.; REIS, A. J.; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAES, M. V. de; NOGUEIRA, P. K.; ROCHA, T. R. da. **Melhoramento do cafeeiro**. Campinas: Bragantia, 1957.
- CARVALHO, G. **Análise setorial: o mercado do café**. São Paulo: Gazeta Mercantil, 2002. 229 p.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 44 p. (Boletim Técnico, 58).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=101>> Acesso em: 03 abr. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=10&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>> Acesso em: 30 mar. 2007.
- MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil**. São Paulo: Ceres, 2000. 464 p.
- MARTINS, M.; JOHNSON, E. **150 anos de café**. Rio de Janeiro: Imprinta Gráfica e Editora, 1992. 391 p.
- PIRES FILHO, G. B. A. **Retrospectiva - 50 anos de café e Brasil** produção, comércio, indústria, consumo – 1950-2000. Associação dos Amigos do Museu do Café do Brasil: Santos, 2006. 112 p.
- SBI/CAFÉ – Sistema Brasileiro de Informação do Café. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br>> Acesso em: 10 abr. 2006.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign agricultural service**. Disponível em: http://www.usda.gov/wps/portal/ut/p/_s.7_0_A/7_0_1OB?navid=DATA_STATISTICS&parentnav=AGRICULTURE&navtype=RT. Acesso em: 02 abr. 2007.

Literatura recomendada

- CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ – CBP&D/CAFÉ. **Relatório café**. Brasília: Embrapa Café, 2004. 148 p.
- FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1986. p. 88-113.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.) **Café Conilon**. Vitória, ES : Incaper, 2007. 702 p.
- MATIELLO, J. B. **Sistemas de produção na cafeicultura moderna** Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 102 p.
- ROSA, G. R. **Anuário estatístico do café**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006. 136 p.
- SANTOS, R. M.; LIMA, D. R. **Coffee: the revolutionary drink for pleasure and health**. Xlibris Corporation, US, 2007. 582 p.
- TAUNAY, A. de E. **História do café no Brasil: no Brasil Imperial 1822-1872**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1939. v. 3.
- ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: Departamento de Fitopatologia/UFV, 2000. 396 p.
- ZAMBOLIM, L. **O estado da arte de tecnologias na produção de café** Viçosa: Departamento de Fitopatologia/UFV, 2002. 568 p.

Capítulo 10

Girassol

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni
Marcelo Fernandes de Oliveira
Regina Maria Villas Boas de Campos Leite

Aspectos da evolução da cultura do girassol no Brasil

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária do continente norte-americano, possivelmente do México (LENTZ et al., 2001). Atualmente é cultivado em todos os continentes, numa área que atinge aproximadamente 23,5 milhões de hectares. Destaca-se como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a terceira oleaginosa anual em área cultivada no mundo (ESTADOS UNIDOS, 2006). O girassol apresenta características agrônômicas importantes, como maior tolerância à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Possui ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo. Graças a essas características, é uma opção para os sistemas de rotação e de sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, apresentando desenvolvimento adequado desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Cerrado do Estado de Roraima (CASTRO et al., 1996).

Presume-se que o cultivo do girassol no Brasil se iniciou na época da colonização da Região Sul, tendo sido marcado, desde a década de 1960, por vários períodos de expansão e de retração da área cultivada, até o completo estabelecimento da cultura a partir da década de 1990 (Fig. 1). O primeiro registro de cultivo comercial data de 1902, em São Paulo, enquanto as primeiras tentativas de cultivos comerciais no Rio Grande do Sul foram feitas no fim de 1940. Na década de 1960, houve nova tentativa para estimular o cultivo do girassol no Estado de São Paulo, incentivado pelos órgãos do governo, atingindo uma área de, aproximadamente, 3 mil hectares na safra entre 1964 e 1965. No fim da década de 1970, houve grande entusiasmo pelo cultivo do girassol no País. O governo federal, por meio do Programa de Mobilização Energética, estimulou o uso de

óleos vegetais em substituição aos derivados do petróleo (biocombustível), o que resultou no aumento de pesquisas sobre oleaginosas, como a mamona (*Ricinus communis* L.), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e o girassol. O epicentro desse entusiasmo foi o oeste do Estado do Paraná, onde havia algumas informações da pesquisa local (Iapar). O girassol foi cultivado com algum sucesso nos anos de 1979 e 1980, como segundo cultivo de verão (janeiro/março), em sucessão aos cultivos de primavera, principalmente, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. O rendimento, em 1980, chegou a 1,8 mil kg/ha. Em 1981, foi cultivada a maior área de girassol no País e quase integralmente localizada no oeste do Paraná, em sucessão à soja precoce. Em razão da ocorrência intensa de doenças fúngicas, principalmente *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, associada à época de semeadura e ao excesso de umidade daquele ano na fase final do ciclo, a produtividade foi de 460 kg/ha. Por esse motivo, em 1983, a área cultivada com girassol estava reduzida a um terço da que havia em 1981 (GRANATO, 1902, citado por UNGARO, 1982; PELEGRINI, 1985; DALL'AGNOL et al., 1994; DALL'AGNOL et al., 2005).

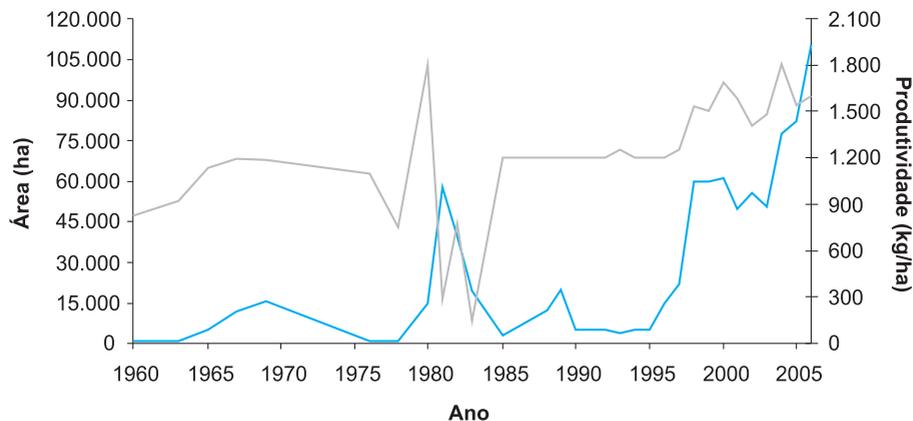


Fig. 1. Área cultivada e produtividade estimada para a cultura do girassol no Brasil, no período de 1960 a 2006.

Fonte: Dados compilados de Dall'Agnol et al. (1994), Rossi (1998), Conab (2004) e resultados de pesquisa de campo realizada pela Embrapa Soja entre os principais produtores e distribuidores de sementes de girassol no Brasil.

O não-estabelecimento da cultura do girassol nos vários ciclos e o desestímulo para o seu cultivo ocorreram, basicamente, em decorrência de fatores tecnológicos e ligados à comercialização. Entre os fatores primeiros, destacam-se: falta de cultivares adaptadas às condições brasileiras; pouca informação sobre adubação, época de semeadura, espaçamento e densidade de plantas e controle de pragas; equipamentos para semeadura e para a colheita não adaptados para o girassol; e suscetibilidade a doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia helianthi* Schw.) e podridão-branca (*S. sclerotiorum*) (LASCA, 1993; DALL'AGNOL et al., 1994).

A partir de 1990, estabeleceu-se um novo ciclo para a cultura do girassol, com investimento na pesquisa de forma mais determinada, buscando a geração de um pacote tecnológico, sustentado pelos resultados alcançados da articulação entre os diferentes atores da cadeia, tais como pesquisa, cooperativa, assistência técnica, produtores de grãos, produtores de sementes e indústria, possibilitando ao girassol alcançar áreas expressivas. Um dos passos foi o estabelecimento de rede nacional de avaliação dos genótipos, visando à indicação de cultivares mais adaptadas e ao envolvimento das empresas produtoras de sementes para suprir a demanda de mercado. Paralelamente, buscou-se o desenvolvimento e a adaptação da tecnologia, especialmente as relacionadas à colheita para minimizar as perdas, à fertilização e à época de semeadura, alavancando, assim, a cultura na região do Cerrado, principalmente, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

Com o fomento técnico e comercial da Caramuru Óleos Vegetais, em Goiás, e o trabalho de pesquisa e de transferência de tecnologias, os agricultores da região responderam ao desafio. A possibilidade do uso da mão-de-obra e do mesmo parque de máquinas, com pequenas adaptações, utilizadas nas lavouras de milho e de soja, tem viabilizado a indicação do girassol como boa alternativa na diversificação da produção de grãos do Centro-Oeste brasileiro. Para a indústria, tem-se a vantagem de receber mais uma matéria-prima, evitando a ociosidade em consequência da capacidade instalada de esmagamento. Para o consumidor, disponibiliza-se a oferta de óleo comestível de excelente qualidade. Nesse mesmo período, a cultura renasceu nos campos do Sul do País, unindo cooperativas, indústria de óleos e produtores, o que está viabilizando o cultivo do girassol no Rio Grande do Sul.

Atualmente, várias indústrias processadoras de soja têm manifestado interesse em fomentar a cultura para produção de óleo comestível. A alternativa que tem despontado como possibilidade real em várias regiões é o uso do óleo de girassol como matéria-prima para a produção de biocombustíveis.

A pesquisa no Brasil

A pesquisa com girassol no Brasil foi iniciada pelo Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, no Estado de São Paulo, e os primeiros registros datam de 1932; mas um amplo programa de pesquisa só foi estabelecido em 1972 (UNGARO, 1982). No Rio Grande do Sul, as pesquisas foram iniciadas na década de 1950, conduzidas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Com a redução da área de plantio nas décadas de 1960 e 1970, a experimentação no Rio Grande do Sul seguiu essa mesma tendência. Em razão da demanda por fontes energéticas, em 1980, foram reiniciados os trabalhos

experimentais, respaldados pela existência de híbridos e informações de pesquisas realizadas especialmente nos estados do Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul. Os trabalhos desenvolvidos pela pesquisa tinham por objetivo gerar tecnologias mais adequadas para o cultivo de girassol; estudar a viabilidade técnica da inclusão do girassol nos sistemas de produção; e proporcionar treinamento de recursos humanos por meio da participação de estudantes de graduação e de pós-graduação nas atividades de pesquisa e melhoramento genético (DALL'AGNOL et al., 2005).

Observa-se que os programas sofreram freqüentes interrupções, dificultando, ou mesmo impedindo, o desenvolvimento esperado. O fator que contribuiu para essa situação foi, basicamente, a falta de um sistema eficiente e organizado de comercialização, associado à falta de tecnologia de produção. Assim, em 1980, a Embrapa, com o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, hoje, Embrapa Soja, como unidade coordenadora, elaborou as orientações básicas para o Programa Nacional de Pesquisa de Girassol, definindo objetivos, prioridades e linhas de pesquisa a serem abrangidas pelo programa (EMBRAPA, 1980).

A partir de 1980, com a implantação do Programa de Mobilização Energética (PME), pela Presidência da República, a pesquisa com girassol foi incrementada. O PME proveu recursos para pesquisas com culturas energéticas, incluindo o girassol. Esses recursos ensejaram a criação do Programa Nacional de Pesquisa em Energia (PNPE), no âmbito da Embrapa. Vinculado ao PNPE e coordenado pela Embrapa Soja, foi criado o Subprograma de Pesquisa de Girassol. Com suficientes recursos financeiros, esse subprograma envolveu 16 instituições de pesquisa, com 68 projetos, abrangendo desde o Rio Grande do Sul, no Sul do País, até o Maranhão, no Nordeste do Brasil. Gerou-se razoável volume de informações, incluindo recomendação de novas cultivares, definição dos melhores sistemas de produção, estabelecimento das épocas de semeadura mais adequadas para as diferentes regiões do Brasil, recomendação do manejo mais adequado para a cultura e para o solo, etc. A pesquisa foi reduzida a partir de 1985 e, então, o PNPE deu lugar ao subprograma girassol, no âmbito do Programa Nacional de Diversificação Agropecuária, da Embrapa (DALL'AGNOL et al., 1994; 2005).

Novamente, a partir de 1989, a Embrapa, por meio da Embrapa Soja, retomou as pesquisas e, após a avaliação dos problemas ocorridos com a cultura nos anos anteriores, foram estabelecidas algumas linhas de pesquisa com o objetivo de obter maior estabilidade de produção; gerar genótipos mais resistentes às doenças; obter maiores informações em relação às atividades de manejo do sistema de produção; e gerar informações mais precisas sobre as alternativas de diferentes usos do produto (alimentação animal, biocombustíveis e outros).

No melhoramento genético, as novas linhas de pesquisa foram contempladas com a introdução e a avaliação de genótipos em regiões produtoras ou potenciais, bem como a obtenção de populações melhoradas e de linhagens para posterior formação de híbridos.

Geração de conhecimentos e de tecnologia

Diante do relato anterior, um dos maiores problemas com a cultura do girassol no Brasil foi a falta de tecnologia de produção e o problema da comercialização. No decorrer dos anos de 1989 a 2006, todo o esforço da pesquisa agrícola foi direcionado para a geração de conhecimentos e de tecnologias de produção para desenvolver sistemas de produção, tendo o girassol como um dos componentes, ocupando vários nichos na agricultura sob as condições tropicais e subtropicais do Brasil.

Dentre as tecnologias de produção desenvolvidas, encontram-se: época de semeadura, escolha da área, correção de solo, semeadura direta, manejo da adubação, espaçamento e densidade de plantas, adaptação de equipamentos para semeadura e colheita, manejo de plantas daninhas, manejo de pragas e doenças, indicação de genótipos de girassol, necessidades hídricas, zoneamento agroclimático, avaliação de danos por doenças, girassol ornamental e a cultivar Embrapa 122.

Inovações tecnológicas

No decorrer do período, algumas inovações tecnológicas foram importantes para o estabelecimento, de forma sustentável, da cultura do girassol no Brasil. A estratégia foi o desenvolvimento e a adaptação de tecnologias que proporcionassem a entrada do girassol em diferentes sistemas de produção, com os mesmos custos. A seguir, serão descritas algumas das inovações tecnológicas desenvolvidas pela Embrapa.

Cultivar de girassol Embrapa 122

O melhoramento genético para a obtenção da cultivar Embrapa 122 – V2000 foi realizado na Embrapa Soja, em Londrina, Paraná. O material genético original, conhecido como ‘Issanka’, foi trazido da França e submetido à seleção

em massa estratificada e, posteriormente, à seleção de progênies de meio-irmãos. A sua escolha deu-se em razão da precocidade, característica de fundamental importância para tornar o girassol um componente dos sistemas de produção vigentes. Além disso, apresenta as vantagens de porte baixo, custo de semente inferior ao dos híbridos disponíveis no mercado brasileiro e melhor adaptação às condições adversas de solo e de clima (CASTIGLIONI et al., 1997).

Plataforma convencional de milho adaptada

A colheita mecanizada de girassol, não só no Brasil como em países considerados referência nessa cultura, representa grande desafio em virtude das características da planta e do grão. Para viabilizar a cultura do girassol no Brasil, foi desenvolvida uma adaptação na plataforma convencional de milho (SILVEIRA et al., 1993). A adaptação feita pela Embrapa Soja foi a instalação de elementos cortantes (facas ou navalhas) em todos os elos tipo *caneca* das correntes coletoras e no chassi, acima dos rolos puxadores (Fig. 2 e 3). Esses elementos cortantes devem ser, preferencialmente, soldados para melhor fixação e diminuição do risco de desprendimento, que pode causar perigo e dano, não só no equipamento colhedor, mas também nas pessoas

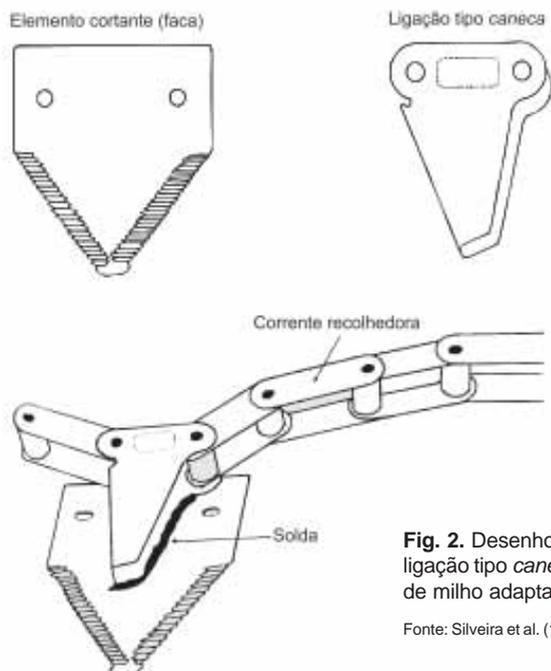


Fig. 2. Desenho esquemático do elemento cortante (faca), soldado na ligação tipo *caneca* da corrente recolhedora da plataforma convencional de milho adaptada para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

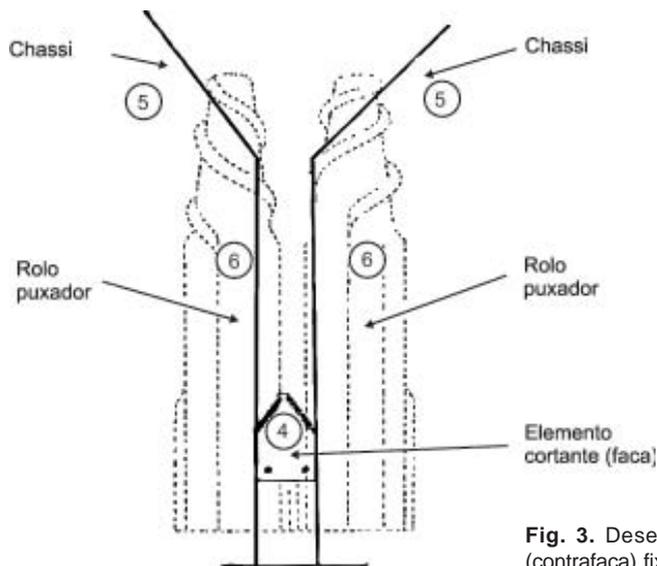


Fig. 3. Desenho esquemático do elemento cortante (contrafaca) fixado no chassi, acima dos rolos puxadores, da plataforma convencional de milho adaptada para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

envolvidas com a operação de colheita. O elemento fixo no chassi, também denominado de contrafaca, deve estar localizado em ponto específico no qual se inicia o tracionamento das plantas de girassol pelos rolos puxadores; a fixação da contrafaca em local distinto representará fator de perda na produção, pela excessiva movimentação da planta, com conseqüente debulha de grãos. A altura de trabalho da plataforma deve ser ajustada para que o corte do caule ocorra o mais próximo possível dos capítulos de girassol. De acordo com Balla et al. (1995) e Castro et al. (1996), o uso da plataforma de milho adaptada para a colheita do girassol é mais eficiente quando comparado com outras plataformas adaptadas. Outro aspecto importante destacado pelos autores é o da facilidade de adaptação de elementos para a elevação das alturas laterais e posterior da plataforma, aumentando-se, assim, a área de captação (Fig. 4), fundamentada em custo relativamente baixo e passível de ser realizada dentro da propriedade rural.

Girassol colorido

Em 1996, a Embrapa criou uma nova linha de pesquisa especial para o desenvolvimento do girassol colorido. O primeiro resultado do programa de melhoramento da Embrapa Soja foi obtido em 2001, quando foram fixadas as primeiras nove tonalidades para a flor (amarelo de centro escuro, amarelo-limão

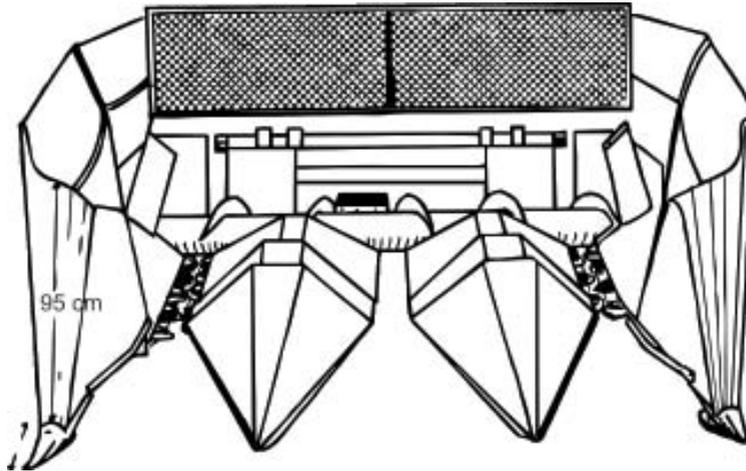


Fig. 4. Desenho esquemático das proteções laterais e das ponteiros arredondados indicadas na adaptação da plataforma convencional de milho para a colheita mecanizada de girassol.

Fonte: Silveira et al. (1993).

de centro claro, amarelo-limão de centro escuro, amarelo-mesclado de centro escuro, ferrugem-claro, ferrugem-escuro, rosa-claro, rosa-escuro e vinho) e adaptadas ao Brasil (OLIVEIRA; CASTIGLIONI, 2003). Além das novas tonalidades (Fig. 5), foram desenvolvidas versões unicapituladas e multicapituladas para a composição de ramalhetes e para cultivo em jardim, respectivamente.

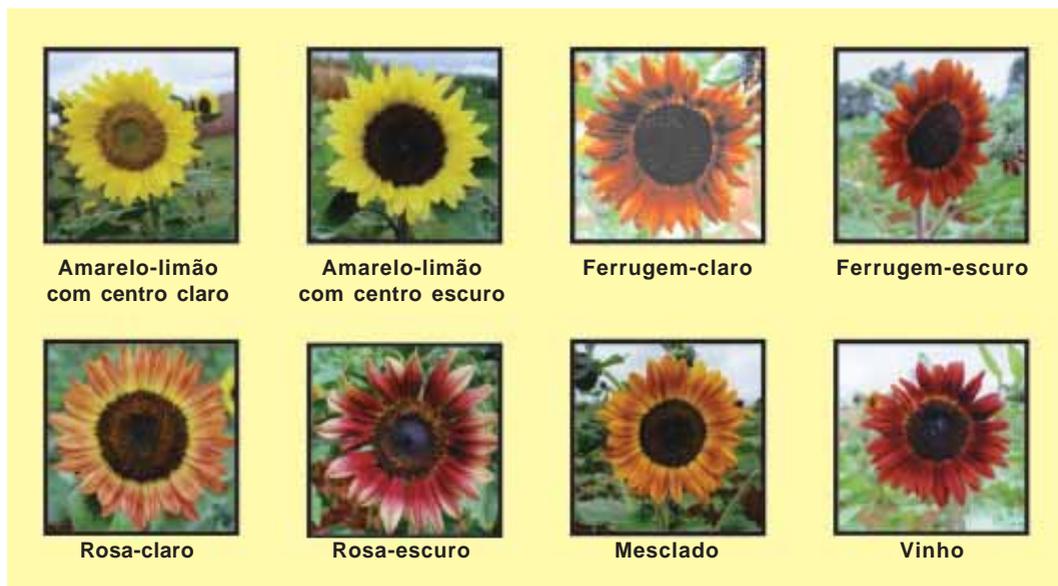


Fig. 5. Novas tonalidades do girassol colorido para uso ornamental.

Arquivo: Embrapa Soja.

Aplicação do micronutriente boro com herbicida graminicida e dessecantes

De modo geral, o micronutriente mais limitante ao cultivo do girassol é o boro, cuja deficiência pode causar desde sintomas leves, ou imperceptíveis, até a perda total da produção. Assim, para suprir a necessidade de boro, foi desenvolvida a técnica de aplicação conjunta de herbicidas graminicidas com ácido bórico (BRIGHENTI; CASTRO, 2004) e de herbicidas dessecantes com ácido bórico (BRIGHENTI et al., 2004). Essa operação conjunta tem diversas vantagens, tais como: a mistura do herbicida e do ácido bórico não prejudica o controle de plantas de cobertura e de plantas daninhas; distribuição uniforme do boro aplicado no solo; fornecimento eficiente do boro às plantas; o ácido bórico possui baixo custo em relação a outras fontes de boro; menor compactação e quebra de plantas pela redução das operações mecanizadas durante o ciclo da cultura; e economia de tempo, trabalho e combustível.

Visão de futuro

À semelhança de outras culturas, a disponibilidade de germoplasma de girassol é fator decisivo na execução de programas de melhoramento. Em escala mundial, a expansão e o estabelecimento da cultura do girassol como oleaginosa foram possíveis em razão do trabalho de desenvolvimento de novas cultivares, responsáveis por cerca de 60 % dos avanços obtidos no rendimento.

O girassol, por causa das suas características (ampla adaptação, qualidade de óleo, tolerância à seca, etc.), é cultura com excelentes perspectivas de expansão no Brasil. Para isso, é preciso adequá-lo, de forma harmônica e sustentável, aos diferentes sistemas de produção, relativos às culturas tradicionais, como o milho, a soja, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), e o arroz (*Oryza sativa* L.). Diante dessas considerações, os esforços na geração de conhecimentos e de tecnologias devem ser direcionados para atingir os seguintes objetivos:

- a) Rendimento de grãos, para tornar competitivo o cultivo do girassol, considerando os altos custos de produção que prevalecem no País.
- b) Alto teor de óleo, pois o produto principal da cultura é o óleo.
- c) Ciclo precoce a médio, para uma perfeita integração aos diferentes sistemas de produção.
- d) Porte reduzido, bem como uniformidade de altura e de floração, para tornar o processo de colheita mais eficiente.

e) Resistência às principais doenças, para garantir melhor estabilidade de produção.

No Brasil, além dessas características, um programa de pesquisa deve considerar os diferentes ambientes, caracterizados pelas condições climáticas e pelos aspectos econômicos que determinam a época de semeadura, e pelas condições edafológicas com potencial para a expansão territorial da cultura. Assim, o programa deve ser estabelecido de modo que possa atender a duas situações:

- a) A questão fitossanitária, com ênfase à resistência às doenças, especificamente a mancha-de-alternaria [*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishih.] e a podridão-de-sclerotinia, na Região Sul.
- b) As questões nutricionais, com ênfase à tolerância ao alumínio, à acidez e à deficiência de boro, principalmente na Região Centro-Oeste.

Para a Região Centro-Oeste é importante ainda considerar a tolerância à seca, pois, freqüentemente, a cultura é exposta à deficiência hídrica conforme a época de semeadura.

A demanda por energia no mundo é fator crescente e a busca por novas fontes tem sido objeto de pesquisa, sobretudo, por causa da preocupação com as mudanças climáticas globais e do reconhecimento da importância da energia de biomassa para substituir o petróleo como matéria-prima. Apesar da mudança da matriz energética mundial ser indiscutível no longo prazo, existem diversos condicionantes que podem apressá-la ou retardá-la (GAZZONI, 2005). O girassol é uma das alternativas atuais para compor a nova matriz energética, ampliando a base da energia renovável e servindo, também, como insumo para a indústria química.

Para que o girassol continue crescendo e solidificando-se na agricultura brasileira, é importante reconhecer que, de modo geral, o agricultor brasileiro tem pouca experiência no cultivo dessa oleaginosa. Estratégias de capacitação da assistência técnica para a cultura são extremamente determinantes para que os resultados sejam aplicados pelos agricultores, o que, certamente, proporcionará maiores rendimentos no futuro.

Referências

BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. R. B.; CASTRO, C. de. **Colheita do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1995. 25 p. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 92).

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. Graminicides and boron compatibility for volunteer corn control and mineral nutrition in sunflower. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 16., 2004, Fargo. **Proceedings...** Fargo, 2004. p. 339-342.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Associação de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e nutrição mineral da cultura do girassol (*Helianthus annuus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2004. p. 181-182.

CASTIGLIONI, V. B. R.; LEITE, R. M. V. B. C.; OLIVEIRA, M. F. de. **Variedade de Girassol – V2000**. Londrina: CNPSo, 1997. 1 folder.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1996. 38 p. (Embrapa-CNPSo. Circular Técnica, 13).

DALL'AGNOL, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; TOLEDO, J. F. F. A cultura do girassol no Brasil. In: PUIGNAU, J. (Ed.). **Mejoramiento genético de girassol**. Montevideo: IICA, Procisur, 1994. p. 37-41. (Diálogo, 41).

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Subsídios para a elaboração do **Programa Nacional de Pesquisa de Girassol**. Londrina, 1980. 17 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: world market and trade**. Washington, 2006. 34 p. (Circular series, FOP 12-06). Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2006/06-12/oilseedsfull1206.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2006.

GAZZONI, D. L. Óleo de girassol como matéria-prima para biocombustíveis. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641 p.

LASCA, D. H. C. Produção de girassol em São Paulo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 10., 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: IAC, 1993. p. 9-11.

LENTZ, D.; POHL, M. E. D.; POPE, K. O.; WYATT, A. R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. **Economic Botany**, New York, v. 55, n. 3, p. 370-376, 2001.

OLIVEIRA, M. F. de; CASTIGLIONI, V. B. R. **Girassol ornamental**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 1 folder.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Ícone, 1985. 117 p.

SILVEIRA, J. M.; BALLA, A.; MESQUITA, C. M. **Adaptação de plataforma de milho para a colheita de girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1993. 1 folder.

UNGARO, M. R. G. O girassol no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 34, p. 43-62, 1982.

Literatura recomendada

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641 p.

Parte 3

Frutas tradicionais

Foto: Wilson Menezes Aragão



Capítulo 1

Frutas tradicionais mais comercializadas

Alberto Carlos de Queiroz Pinto

Fruticultura tropical: futuro promissor com base na experiência do passado e na inovação tecnológica do presente

A fruticultura representa um dos mais importantes segmentos da produção agrícola brasileira, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial de frutas com um volume de produção da ordem de 39 milhões de toneladas.

Nos últimos anos, o aumento da área de fruticultura no País tem ocorrido em uma taxa de crescimento sem precedentes e, atualmente, responde por 13 % do valor da produção agrícola nacional, contribuindo com aproximadamente US\$ 12,2 bilhões na formação do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Os esforços conjuntos do governo, empresários e produtores têm permitido um grande incremento nas exportações do agronegócio de frutas. Mudanças de hábitos de consumo em países de maior renda, sobretudo, na Europa Ocidental, no Japão, nos Estados Unidos da América e no Canadá, privilegiando o consumo de frutas frescas tropicais, fizeram com que a fruticultura nacional, antes concentrada nas frutas temperadas nas regiões Sul e Sudeste, ampliasse significativamente suas fronteiras para o Nordeste, onde as condições de luminosidade, umidade relativa e temperatura são muito mais favoráveis às frutas tropicais.

Na Região Nordeste, a implantação e o crescimento da fruticultura em diversas áreas têm constituído importante alternativa econômica graças à geração de empregos e renda. Enquanto a renda bruta para a exploração de

grãos é de R\$ 670,00¹ por hectare, em fruticultura irrigada ela varia entre R\$ 6 mil e R\$ 12 mil², indicando de forma incontestável a pujança desse importante segmento agrícola nacional. A relação emprego/hectare na fruticultura irrigada gira em torno de 2, enquanto na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) essa relação cai para 0,4. No segmento de grãos essa relação é menor (0,02), ou seja, é necessário cultivar 50 ha para gerar um único emprego. Estima-se que hoje a fruticultura nacional responde por cerca de 4 milhões de empregos diretos no País.

A cultura exportadora do setor frutícola tem apresentado crescimento nos últimos 6 anos de cerca de 200 %. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf) (2006) e do Anuário Brasileiro da Fruticultura (2007), em 2006, foram exportadas 803 mil toneladas de frutas frescas, o que gerou US\$ 473 milhões, num aumento de 7,4 % em comparação ao ano anterior, quando as vendas externas renderam US\$ 440 milhões. Em volume, houve recuo de 3,1 %, uma vez que os embarques haviam somado 827.708 t em 2005. Para 2007, entretanto, previsão era de um crescimento de 5 % no volume das exportações (FERNANDES, 2007), permitindo ao Brasil ocupar a 20ª posição entre os exportadores, num mercado que movimenta US\$ 21 bilhões/ano. Mas o aumento verificado em 2007 foi de 14 % e 18 % para frutas frescas e processadas, respectivamente (IBRAF, 2008).

Essas cifras, comparadas com outros setores do agronegócio, dão idéia do volume e da importância da fruticultura no Brasil. O segmento vem se desenvolvendo em diversas áreas, não só no campo das cultivares, mas também no âmbito dos sistemas de produção e das técnicas de pós-colheita (FERNANDES, 2006).

Entre os diversos fatores que têm limitado maior inserção do Brasil no mercado internacional de frutas nas últimas décadas, destacam-se as barreiras tarifárias externas, de caráter protecionista, sendo importante, nesse sentido, a definição de políticas que protejam nossos produtos. Existem, ainda, outros fatores de estrangulamento no processo de exportação de frutas tropicais brasileiras, tais como: identificação e seleção da pauta de produtos de exportação, visando à definição de estratégias de ação e de integração de esforços e de recursos na execução de metas; diversificação do elenco de produção e oferta de frutas, em conformidade com as chamadas *janelas* de oportunidades; avanço na implementação de sistemas integrados de produção, obedecendo a um processo seletivo de prioridades; aplicação dos conceitos de qualidade e competitividade internacionais como requisitos de oferta de frutas no mercado interno; articulação e organização de produtores relacionados a segmentos importantes do setor frutícola, objetivando ganhos

¹ US\$ 380,00; valor dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

² US\$ 6.800,00; valor dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

estratégicos de escala; e adequação da infra-estrutura institucional de comércio multilateral, no sentido da gestão mercadológica.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 p.

FERNANDES, M. S. A fruticultura cresce. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, p. 10-12, 2006.

FERNANDES, M. S. Novas fronteiras. **Safra**, n. 88, p. 21-23, mar. 2007.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. 2006. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/esta.html>>. Acesso em: 5 mar. 2007.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. 2006. Estatísticas. 2008. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/estatisticas.asp>>. Acesso em: 5 fev. 2008.

Capítulo 2

O agronegócio do abacaxi

Domingo Haroldo Reinhardt

Importância econômica

O abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merrill] é fruta das mais tradicionais e consumidas do mundo. Por suas qualidades e seu visual imponente é apelidado de “rei dos frutos”. Originário do Brasil, o abacaxizeiro apresenta uma formidável variabilidade genética evidenciada nos mais de 700 acessos presentes no banco ativo de germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Município de Cruz das Almas, na Bahia.

A produção brasileira de abacaxi tem crescido quase que continuamente ao longo das últimas décadas, partindo de 351 milhões de frutos, em 1975, para alcançar 1,658 bilhão de frutos em 2006 (IBGE), correspondendo a um aumento de 372 % (Tabela 1).

Tabela 1. Evolução da área colhida, produção e rendimento do abacaxi no Brasil entre os anos de 1975 e 2006.

Ano	Produção (mil frutos)	Área colhida (ha)	Rendimento (frutos/ha)
1975	351.384	28.200	12.460
1980	377.219	25.185	14.978
1985	764.401	36.618	20.875
1990	735.931	33.167	22.189
1995	950.907	44.384	21.425
2000	1.335.792	60.406	22.114
2005	1.478.046	55.340	26.708
2006	1.658.077	61.326	27.037

Fonte: IBGE (2007).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil produziu o volume de 2,292 milhões de toneladas de abacaxi em 2005, conquistando o primeiro lugar entre os países produtores, superando a Tailândia e as Filipinas que, por muito tempo, lideraram o ranking mundial (Tabela 2). É notável que o crescimento da produção se deveu não apenas ao aumento da área cultivada (117 % de 1975 a 2006) mas, igualmente, à evolução acentuada da produtividade (117 %), apesar do amplo predomínio de pequenos produtores no agronegócio dessa fruta no Brasil, com áreas colhidas não superiores a cinco hectares, e com menores possibilidades de aplicação de tecnologias exigentes em insumos e de custo mais elevado.

Tabela 2. Produção mundial de abacaxi, por país, no ano de 2005.

País	Produção (t)	Área colhida (ha)	Rendimento (t/ha)
Brasil	2.292.470	61.790	37,10
Tailândia	2.183.280	98.210	22,23
Filipinas	1.787.060	49.200	36,32
Costa Rica	1.605.240	26.820	59,85
China	1.460.000	75.400	19,36
Índia	1.300.000	90.000	14,44
Nigéria	889.000	116.000	7,66
Indonésia	673.070	80.000	8,41
Quênia	600.000	13.500	44,44
México	551.670	15.250	36,17

Fonte: FAO (2007).

Por um lado, a produtividade média brasileira de 37,10 t/ha, em 2005 (FAO, 2007), foi bastante superior à de muitos países com perfil similar ao dos seus produtores, a exemplo da Tailândia, China, Índia e Indonésia, que apresentaram rendimentos de 8,41 t/ha a 22,23 t/ha. Por outro lado, foi inferior a de países em que predomina a produção liderada por grandes empresas, que usam alta tecnologia, a exemplo da Costa Rica (59,85 t/ha) e do Quênia (44,44 t/ha). No entanto, parte dessa diferença é decorrente do uso de cultivares mais produtivas (Smooth Cayenne, Gold), com boa aceitação no mercado internacional, mas de aceitação muito inferior à Pérola, cultivar nacional de grande aceitação no mercado interno. De acordo com o IBGE (2007), o cultivo de ‘Smooth Cayenne’, também tem contribuído para os rendimentos altos (29 mil frutos/ha a 31 mil frutos/ha, correspondentes a cerca

de 45 t/ha a 55 t/ha) obtidos nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, em comparação aos estados da Bahia, Pará, Rio Grande do Norte, Goiás e Tocantins, com rendimentos entre 21 mil frutos/ha e 25 mil frutos/ha. O ótimo rendimento do Estado do Ceará se deve exclusivamente à atividade da empresa multinacional Del Monte. Merece destaque a produtividade obtida pelo Estado da Paraíba (quase 30 mil frutos/ha), mesmo cultivando quase exclusivamente a cultivar Pérola (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de abacaxi no Brasil, por estado, no ano de 2006.

Estado	Produção (mil frutos)	Área colhida (ha)	Rendimento (frutos/ha)
Pará	354.244	14.052	25.209
Paraíba	343.291	11.466	29.939
Minas Gerais	243.268	7.829	31.072
Bahia	134.309	5.301	25.336
São Paulo	103.638	3.470	29.866
Rio Grande do Norte	103.523	4.072	25.423
Rio de Janeiro	93.922	3.133	29.978
Ceará	45.908	725	63.321
Tocantins	42.160	1.947	21.653
Goiás	38.549	1.639	23.519
Demais estados	155.265	7.692	20.185
Brasil	1.658.077	61.326	27.037

Fonte: IBGE (2007).

Fatores que contribuíram para o crescimento do agronegócio do abacaxi

O crescimento do agronegócio do abacaxi no Brasil ao longo das últimas três décadas tem sido favorecido por um desenvolvimento tecnológico significativo, em grande parte impulsionado pelos esforços de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia (P&D&TT) feitos pela Embrapa e os seus parceiros no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Novas tecnologias para todas as fases da produção de abacaxi foram geradas,

adaptadas e transferidas, podendo ser destacadas as seguintes: **a) pré-plantio:** seleção rigorosa (vigor, sanidade) e cura das mudas, produção de mudas sadias a partir de pedaços do caule de plantas, micropropagação massal in vitro, aproveitamento mais eficaz dos restos culturais como cobertura e enriquecedores do solo; **b) plantio:** novas cultivares, desenvolvidas no Brasil, com resistência à fusariose [*Fusarium subglutinans* (Wollenweber & Reinking) Nelson, Toussoun & Marasas f. sp. *ananas* Ventura, Zambolim & Gilbertson] – ‘Imperial’ e ‘Vitória’, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical –, sem resistência, mas com outras características de interesse comercial – ‘Gomo-de-Mel’ Instituto Agrônômico – e introduzidas no País – ‘Ouro’, Fresh Del Monte Produce Inc. e outras empresas; elevação da densidade de plantio e ajustes nos sistemas de plantio (fileiras simples, duplas, múltiplas) de acordo com as condições locais de cultivo, incluindo aí plantios em consórcio e intercalares, sobretudo, em pequenas produções; **c) fase vegetativa:** monitoramento e descarte de plantas afetadas por doenças, sobretudo, a fusariose e a murcha (“*Pineapple mealybug associated virus*”, PMWaV) associada a cochonilhas (*Dysmicoccus brevipes* Cockerell); elaboração e ajustes regionais de tabelas de recomendação de calagem e adubação; manejo da irrigação; **d) fase reprodutiva:** técnicas de indução floral mais eficazes, redução de ocorrência de florações naturais em épocas não desejadas, controle químico da fusariose, monitoramento e controle da broca-do-fruto (*Strymon megarus* Godart) e da queima-solar dos frutos, desbaste de excesso de mudas do tipo filhote; **e) colheita:** ajustes regionais e sazonais no ponto de colheita dos frutos em virtude do mercado focado; uniformização da coloração da casca dos frutos em razão das exigências dos mercados; e **f) segundo ciclo (soca):** manejo das plantas para viabilizar a exploração da soca em algumas regiões produtoras.

Fatores limitantes e perspectivas

A comercialização da produção brasileira de abacaxi é altamente dependente do mercado nacional, com amplo predomínio da fruta de consumo in natura (estimado em 65 % do volume) e baixo índice de processamento industrial e agregação de valor (35 % – sucos, compotas, doces, etc.). Não mais que 4 % do volume produzido é exportado sob a forma de fruta fresca (1 % ou menos) e processada, principalmente sucos (3 %). Frutos da cultivar nacional, a Pérola, embora possuam polpa de qualidade (suculência, palatabilidade, consistência)

superior à maioria das cultivares ofertada no mercado internacional, apresentam aparência inferior (coloração menos amarela, forma cônica, coroa com espinhos), que dificulta a sua aceitação por consumidores não tradicionais. Dessa forma, a sua maior penetração nos mercados europeus e americanos depende de investimentos maiores em promoção comercial, além de melhorias no manejo dos frutos e na logística da sua cadeia pós-colheita até a chegada às mãos dos consumidores no exterior. O sucesso recentemente alcançado por alguns produtores do Estado de Tocantins, colocando seus frutos da cultivar Pérola em vários países europeus, além dos altos investimentos feitos pela companhia Del Monte na produção e exportação de abacaxi ‘Ouro’ a partir do Estado do Ceará, abre perspectivas para a ampliação significativa das exportações brasileiras dessa fruta. Nesse contexto, inserem-se também os esforços que vêm sendo feitos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical para o desenvolvimento do sistema de produção integrada de abacaxi, sobretudo, nos estados do Tocantins, Paraíba e Bahia, que deverá garantir a oferta de frutos com certificado de qualidade de acordo com as exigências do mercado externo.

Um maior índice de industrialização de abacaxi também poderá ser alcançado mediante melhorias no relacionamento indústria–produtores e na relação de preços pagos pela fruta na indústria versus mercado in natura, que tradicionalmente tem sido altamente desfavorável à primeira. Novos acréscimos na produtividade da cultura podem ser obtidos se o acervo tecnológico existente for utilizado, a exemplo de maior adensamento do plantio (55 mil plantas/ha para a cultivar Pérola, 65 mil plantas/ha a 75 mil plantas/ha para ‘Smooth Cayenne’) associado a melhor manejo de água e nutrientes, reduzindo os custos de produção por quilograma de fruto produzido e viabilizando maior aproveitamento industrial do abacaxi.

Em médio e longo prazos, a introdução, a adaptação e a difusão de cultivares resistentes à fusariose e com frutos de ótima qualidade nas diversas regiões produtoras brasileiras deverão contribuir para a redução de perdas de mudas, plantas, frutos e dos custos de produção, além de favorecer a diversificação da oferta de abacaxi nos diversos mercados brasileiros.

O crédito financeiro com juros subsidiados tem sido escasso e, quando liberado, ocorre freqüentemente fora das épocas mais adequadas para aquisição, principalmente, de insumos, como adubos e pesticidas. A propaganda e o marketing não são fatores que influenciam significativamente o maior consumo de abacaxi. No entanto, a carência de associações de produtores resulta em grande vulnerabilidade do setor na competição e na busca por melhores preços.

Referências

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/381/DesktopDefault.aspx?PageID=381>>. Acesso em: 23 ago. 2007.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 23 ago. 2007.

Literatura recomendada

CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (Ed.). **O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480 p.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção**: aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 66-67. (Frutas do Brasil; 7).

REINHARDT, D. H.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F.; MATOS, A. P. de M. Pérola and Smooth Cayenne cultivars in Cruz das Almas, state of Bahia, Brazil - growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, Paris, v. 57, p. 43-53, 2002.

REINHARDT, D. H.; ALMEIDA, C. O. de; VILAR, L. da C. Characteristics and status of the brazilian pineapple industry. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 702, p. 53-39, 2006.

Capítulo 3

O desenvolvimento da acerola

Rogério Ritzinger

Origem e importância econômica

A aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.) é nativa das ilhas do Caribe, América Central e norte da América do Sul. Não se sabe o local exato de seu centro de origem, porém, na época do descobrimento foi encontrada pelos colonizadores na região do Caribe, sendo amplamente utilizada pelos índios. Presume-se que tenha sido disseminada pelos índios, bem como por pássaros migratórios, por meio de sementes e/ou mudas, nos séculos que antecederam ao descobrimento da América (SIMÃO, 1971; NAKASONE; PAULL, 1998).

Na década de 1880, a acerola foi introduzida na Flórida, Estados Unidos da América, provavelmente vinda de Cuba, de onde se espalhou para outros países, constando até mesmo em catálogos de viveiristas daquela época (MARINO NETTO, 1986).

A descoberta, em 1946, de que a acerola contém altos teores de vitamina C, pelo professor da Universidade de Porto Rico, Corrado Asenjo, despertou maior interesse pela cultura, tendo sido introduzida no Estado de Pernambuco por meio de sementes oriundas de Porto Rico, em 1955 (COUCEIRO, 1986; GONZAGA NETO; SOARES, 1994; MARINO NETTO, 1986).

O teor de vitamina C em frutos maduros normalmente se situa entre 1 mil miligramas e 2 mil miligramas de ácido ascórbico por 100 g de polpa, a depender da cultivar e das condições climáticas da região de cultivo. O fruto pode ser consumido ao natural ou, então, utilizado para processamento sendo, a polpa pasteurizada congelada e o suco pasteurizado, os principais produtos derivados da fruta explorados comercialmente. Além disso, a acerola vem sendo utilizada na fabricação de produtos como néctares, geléias, produtos

líoofilizados, conservas, licores, vinhos, sorvetes, xaropes, balas, adicionada a sucos de outras frutas (*blends*) para enriquecimento com vitamina C, e ainda na indústria farmacêutica na produção de cápsulas de vitamina C e compostos vitamínicos.

É cultivada comercialmente no Brasil desde meados da década de 1980, principalmente no Nordeste, com destaque para os estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Ceará (Tabela 1), sendo estes os que mais recebem financiamento do Banco do Nordeste (BNB) para a cultura (SANTOS et al., 2007). Dentro da abrangência da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf), os estados de Pernambuco, Paraíba e Bahia são os que possuem maiores áreas plantadas, com 862 ha, 686 ha e 616 ha, respectivamente (Tabela 2). Outros estados, como Pará e São Paulo, situados nas regiões Norte e Sudeste, respectivamente, vêm destacando-se, também, na produção de acerola (Tabela 1).

A maior parte da produção brasileira de acerola é absorvida pelas indústrias de processamento e exportada para diversos países da Europa, para o Japão, os Estados Unidos da América e as Antilhas, na forma de polpa e/ou frutos congelados e suco integral (BLISKA; LEITE, 1995). Atualmente, o aumento

Tabela 1. Área, produção, rendimento e valor bruto da produção de acerola no Brasil, no ano de 1996.

Região/ Estado	Produção	%	Área (ha)	%	Rendimento (kg/ha)
Região Nordeste	22.964	69,61	7.236,68	65,49	173
Bahia	3.458	10,48	1.881,08	17,02	1.838
Pernambuco	7.625	23,11	1.467,47	13,28	5.196
Ceará	4.724	14,32	1.357,64	12,29	3.480
Paraíba	2.686	8,14	1.155,81	10,46	2.324
Rio Grande do Norte	2.683	8,13	584,46	5,29	4.591
Região Sudeste	5.062	15,34	1.549,97	14,03	3.266
São Paulo	3.759	11,39	956,50	8,66	3.930
Região Norte	2.398	7,27	1.397,49	12,65	1.716
Pará	1.814	5,50	935,41	8,46	1.939
Região Sul	2.166	6,57	629,54	5,70	3.441
Região Centro-Oeste	400	1,21	236,74	2,14	1.690
Brasil	32.990	–	11.050,42	–	2.985

Fonte: IBGE (2000).

Tabela 2. Área cultivada, em hectare, com acerola nos estados de abrangência da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - Codevasf em 2001.

Estado	Área total plantada (ha)
Pernambuco	862,70
Paraíba	686,10
Bahia	616,50
Ceará	416,60
Alagoas	126,50
Sergipe	124,30
Rio Grande do Norte	121,30
Maranhão	84,70
Piauí	44,90
Minas Gerais	14,60
Espírito Santo	7,50
Total	3.105,70

Fonte: Codevasf (2003).

da demanda do produto nos mercados externo e interno vem estimulando a formação de novos plantios. Estima-se que em 2003 tenham sido processadas 10 mil toneladas de frutos de acerola pelas indústrias baianas, dentre as quais destacam-se a Utiara S.A., a Frutos do Brasil Ltda. (Brasfrut), a Companhia de Cítricos do Brasil (CCB - Cajuba) e outras de menor porte. Santos et al. (2007) mencionam que a produção de acerola no Nordeste é basicamente voltada para o mercado interno e os principais centros consumidores são Pernambuco e Sergipe. A comercialização ocorre por meio de intermediários ou com a agroindústria com base em contrato.

Fatores limitantes e perspectivas

O início da expansão comercial da cultura no Brasil, em meados da década de 1980 e início dos anos de 1990, foi caracterizado por crescimento expressivo e ao mesmo tempo desordenado dos plantios de aceroleira no País.

Muitos produtores foram atraídos pela possibilidade de ganhos elevados a curto prazo, em face da grande demanda do produto apresentada inicialmente

pelo mercado externo e, posteriormente, pelo mercado interno. Nesse período, em virtude da falta de planejamento, muitos produtores sofreram prejuízos pela dificuldade de escoamento da produção, associada à carência de infraestrutura adequada ao processamento e conservação pós-colheita dos frutos, altamente perecíveis. Contribuíram, também, a desuniformidade dos pomares formados a partir de plantas oriundas de sementes, a ausência de cultivares definidas e a falta de conhecimentos fitotécnicos para dar suporte a um sistema de produção eficaz e rentável. Como conseqüência, ocorreu uma retração natural da cultura e o abandono de áreas de plantio, no fim do século 20 e início do século 21. A drástica redução das áreas de plantio com acerola em estados do Nordeste, entre 1996 e 2001, pode ser observada nas Tabelas 1 e 2. Santos et al. (2007) mencionam que no Nordeste os maiores problemas continuam, ainda hoje, centrados na produção de mudas via reprodução sexuada, que resulta em elevada segregação do porte das plantas e nas diversas características do fruto, como tamanho e teor de vitamina C. Também citam a curta vida de prateleira do fruto como problema que ainda persiste e necessita de solução.

O início das pesquisas com a cultura, pela Embrapa, em 1992; a criação de bancos de germoplasma, em apoio a programas de melhoramento; o surgimento de cultivares produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas locais (Fig. 1); a crescente demanda do produto nos mercados internacional e doméstico, com preços compensadores; a precocidade de início de produção em mudas propagadas vegetativamente; e a possibilidade de colheita de várias safras, gerando renda ao longo do ano, têm propiciado um novo período de crescimento.



Fig. 1. Cultivares de acerola produtivas e com boa qualidade de frutas lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: Cabocla (A) e Rubra (B).

Atualmente, há condições para um crescimento sustentável, considerando que os produtores se mostram mais informados, conscientes e capacitados para a condução dos cultivos em bases comerciais. Além disso, a acerola é rica em antioxidantes, como a vitamina C e a antocianina – pigmento de coloração vermelha presente na casca da acerola – e é um alimento de baixo valor calórico, características que têm valorizado o produto no mercado e provocado aumento de consumo.

No Estado de São Paulo, na região da Alta Paulista (municípios de Dracena e Junqueirópolis), a cultura da aceroleira tem prosperado graças à adoção da agregação de valor como saída para aumentar a produção e os rendimentos dos produtores de acerola. Assim, além dos produtos como sucos e polpas tradicionais, são desenvolvidos outros tipos de sucos, à base de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], por exemplo, e pesquisados novos produtos como xampus, cremes e gomas de mascar. Também tem ajudado os produtores, a consciência da necessidade de organizar a cadeia de produção da acerola, procurando adequar a produção à demanda das indústrias (APTA, 2007).

Referências

- APTA (AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS). **Agregação de valor e articulação da cadeia de produção consolidam o mercado de acerola na Alta Paulista**. Disponível em <<http://www.apta.sp.gov.br/noticias>>. Acesso em: 24 set. 2007.
- BLISKA, F. M. de M.; LEITE, R. S. da S. F. Aspectos econômicos e de mercado. In: SÃO JOSÉ, A. B.; ALVES, R. E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Uesb, 1995. p. 107-123.
- CODEVASF. **Censo frutícola da Codevasf 2001**. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/fruticultura>>. Acesso em: 7 out. 2003.
- COUCEIRO, E. M. Acerola (*Malpighia glabra* L.): fabulosa fonte de vitamina C natural. Rio Grande do Norte, 1986. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 10., RGN., set. 1986. Mimeografado.
- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: Embrapa–SPI, 1994. 43 p. (FrupeX. Série Publicações Técnicas, 10).
- IBGE. **Banco de Dados Agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtabl>>. Acesso em: 21 set. 2000.
- MARINO NETTO, L. **Acerola, a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94 p.
- NAKASONE, H. Y.; PAULL, R. E. Other american tropical fruit: acerola. In: NAKASONE, H. Y.; PAULL, R. E. **Tropical fruits**. Wallingford: Cabi, 1998. p. 377-389.
- SANTOS, J. A. N. dos; SANTOS, M. A. dos; EVANGELISTA, F. R.; ALVES, M. O.; PIRES, I. J. B. **Fruticultura nordestina: desenvolvimento recente e possibilidade de políticas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. (BNB. Série Documentos do Etene, v. 15)
- SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1971. p. 477-485.

Capítulo 4

Frutas anonáceas: ata, atemóia e graviola

Alberto Carlos de Queiroz Pinto

Origem e importância econômica

Em termos agroeconômicos, as espécies de anonáceas apresentadas e discutidas neste capítulo classificam-se em dois grupos: o primeiro, refere-se à graviola e à ata; o segundo, à atemóia. A graviola (*Annona muricata* L.) e a ata ou pinha (*Annona squamosa* L.) são consideradas espécies originárias da região mesoamericana, com maiores áreas de plantio e maior comercialização, com uso de tecnologias mais avançadas, como irrigação e infra-estrutura de pós-colheita. No entanto, ainda existem áreas significativas de graviola, no Norte do Brasil, usadas de forma extrativista. A atemóia, híbrido do cruzamento da pinha com a cherimóia, possui menor área de plantio, menor comercialização e uso mais restrito de tecnologias, embora ultimamente sua importância tenha aumentado muito. Vários fatores passaram a ser, ao longo dessas últimas décadas, importantes para a expansão desses três cultivos, tais como a aplicação mais intensa e adequada de tecnologias modernas, a intensificação da produção, comercialização e marketing, o aprimoramento da qualidade da fruta e seu melhor uso na agroindústria.

Não existem dados estatísticos oficiais no Brasil e no mundo sobre área e produção de graviola, pinha ou ata e atemóia, e os dados encontrados referem-se à literatura anterior ao ano 2001 (Tabela 1). A área plantada de graviola no México é quase três vezes superior à brasileira e o valor de produção também é quatro vezes maior. No entanto, as informações e contatos pessoais com produtores e pesquisadores indicam que a área e a produção de graviola e ata no Brasil são muito superiores às encontradas na literatura.

Tabela 1. Área, produção, produtividade e valor total de duas espécies de anonáceas em alguns países produtores.

Espécie	Países	Ano	Área (ha)	Produção (1.000 t)	Produtividade (t/ha)	Valor da Produção (1.000 - US\$)
Graviola ⁽¹⁾	Brasil	1997	2.000	8,0	4,0	5.440
	México	1996	5.915	34,9	5,9	23.732
	Venezuela	1987	3.496	10,1	2,9	6.868
Ata ⁽²⁾	Brasil	2000	1.294	11,3	8,7	6.328
	Filipinas	1978	2.059	6,2	3,0	3.472

⁽¹⁾ Considerando o preço de US\$ 0,68/kg de fruto in natura no Brasil, em janeiro de 2004;

⁽²⁾ Considerando o preço de US\$ 0,56/kg de fruto in natura no Brasil, em janeiro de 2004.
Fonte: Adaptado de Pinto (2005).

Nas últimas décadas, as vantagens da fruticultura tropical, principalmente das frutas de pouca expressão econômica, como as anonáceas, têm sido discutidas não como aplicação de vantagem absoluta ou comparativa, mas como vantagem competitiva. Uma das vantagens competitivas refere-se ao valor que o produtor adiciona a seu produto ao processar essas frutas, como polpas congeladas, geléias e doces, reduzindo em até 15 % as perdas resultantes da perecibilidade dessas frutas. A competitividade da graviola, ata e atemóia brasileiras é, porém, bastante reduzida ao custo para produzi-las e à infra-estrutura disponível para produção e exportação, visto que esses são fatores limitantes muito fortes.

Fatores limitantes, contributivos e perspectivas

Apesar do avanço tecnológico e da maior disponibilidade de material e de mão-de-obra operacional de melhor qualidade na área de irrigação nas últimas décadas, o custo de 15 % a 18 % na instalação de um pomar de anonáceas tanto no Vale de Cauca (Colômbia) como na Região Nordeste brasileira tem sido considerado um fator limitante (TORRES; SÁNCHEZ LÓPEZ, 1992; PINTO; SILVA, 1994; KAVATI; PIZA JUNIOR, 1997). Pinto e Silva (1994) comentam que outros insumos, como a aquisição de mudas de qualidade e adubos, têm forte participação no custo inicial ou de instalação e na manutenção do pomar, e podem ser calculados com base em uma matriz cujas unidades e quantidades de cada fator devem ser multiplicados pelo preço local de cada unidade (Tabela 1). Estudos desenvolvidos por Aguiar e Junqueira (2001) indicam que o produtor de graviola tem custo de produção que varia de US\$ 2.486,00, no primeiro ano, para US\$ 1.212,00 no sétimo ano (Tabela 2).

A introdução e o melhoramento de cultivares de graviola, como a Morada (Fig. 1), têm trazido resultados importantes para a economia dos pequenos e médios produtores de anonáceas. Tecnologias de cultivo intercalado ou consorciado da graviola, da pinha ou da atemóia com outra fruteira de ciclo curto, como mamão (*Carica papaya* L.) e abacaxi, ou mesmo com uma cultura anual, como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), têm também mostrado resultados muito interessantes do ponto de vista de ganhos financeiros adicionais para o produtor. Entre essas anonáceas, a graviola apresenta o maior potencial de comercialização, não somente como fruta na forma in natura mas, principalmente, na forma processada de sorvetes, geléias e sucos, dando importante retorno financeiro adicional ao produtor.

Tabela 2. Custo médio para a instalação e manutenção de um hectare de graviola 'Morada', com densidade de 204 plantas/ha e estimativa de renda bruta e líquida.

Ano	Instalação e manutenção (US\$)	Rendimento (t de fruto/ha)	Renda bruta ⁽¹⁾ (US\$)	Renda líquida (US\$)
1°	2.486	-	0	0
2°	716	2	1.360	644
3°	675	4	2.720	2.045
4°	923	5	3.400	2.477
5°	996	7	4.760	3.764
6°	1.184	9	6.120	4.936
7°	1.212	10	6.800	5.588

⁽¹⁾ Preço de fruto in natura a US\$ 0,68/kg com câmbio de US\$ 1,0 = R\$ 2,924 em janeiro 2004. Fonte: Aguiar e Junqueira (2001); Pinto e Silva (1994).

Foto: Alberto Carlos de Queiroz Pinto



Fig. 1. 'Graviola Morada', apresenta alta produção e rendimento em polpa. É menos suscetível a pragas.

No Sudeste brasileiro, um pomar de ata com 6 anos de idade e 417 plantas/ha produz 60 frutos/planta (LUCAS, 1994), o que permite um rendimento de 25 mil frutos/ha, correspondendo a uma produção de 25 t/ha.

Cerca de uma década atrás, o preço da ata, em São Paulo, considerada uma região produtora, era de US\$ 0,40/fruto (KAVATI, 1997) e o produtor obtinha cerca de US\$ 10 mil por hectare. Nos últimos anos, o preço da ata apresentou sensível acréscimo e atingiu preço médio de US\$ 0,60 por fruto de 500 g nas Centrais de Abastecimento (câmbio de US\$ 1,00 = R\$ 1,94). Isso significa que, com o mesmo rendimento, um produtor de ata consegue obter renda bruta 1,5 vezes maior do que a de 2003, ou seja, US\$ 15 mil por hectare. O grande problema reside na precariedade da infra-estrutura, principalmente de rodovias, para a distribuição de um fruto perecível como a ata, a graviola ou a atemóia, para outras capitais brasileiras. Em virtude das condições climáticas, a ata produzida no Nordeste brasileiro, como a de Palmeira dos Índios, Estado de Alagoas, e de Petrolina, Estado de Pernambuco, tem melhor qualidade do que a ata produzida em Lins, São Paulo. Porém, a longa distância de grandes mercados, como São Paulo e Belo Horizonte, agregada às dificuldades de transporte constitui fator altamente limitante no escoamento desses frutos para outras capitais.

A grande vantagem da exploração de anonas, como ata, graviola e atemóia, é a pequena oferta desses frutos no mercado, principalmente a graviola, o que resulta em preço vantajoso para o produtor. O preço atual da graviola pago ao produtor em Brasília, Distrito Federal, é de cerca de U\$ 3,00/kg da fruta in natura, entregue aos varejões de frutas; e a polpa congelada tem o preço de U\$ 5,00/kg, vendida em sorveterias. Em contrapartida, há ainda grande limitação no processamento da polpa, em razão do pequeno número de agroindústria disponível.

Pinto (2005) comenta que alguns produtores do Semi-Árido brasileiro estão obtendo vantagem com o exotismo na comercialização de ata com coloração roxa (Fig. 2), cujo preço no mercado de Recife, Pernambuco, é bastante diferenciado do da ata-comum. A sazonalidade de produção e a oferta do fruto são, porém, outros fatores que também influenciam no preço da ata, da graviola e da atemóia, com aumentos exorbitantes no período de entressafra. Portanto, o desenvolvimento de novas cultivares e de técnicas de produção visando à entressafra repercutirão positivamente no mercado futuro dessas anonáceas.

A produção, comercialização e uso de frutas anonáceas e seus produtos processados podem contribuir significativamente com a economia de áreas mais pobres do Nordeste brasileiro, possibilitando o desenvolvimento socioeconômico sustentável de pequenos produtores familiares e uma maior

Foto: Alberto Carlos de Queiroz Pinto

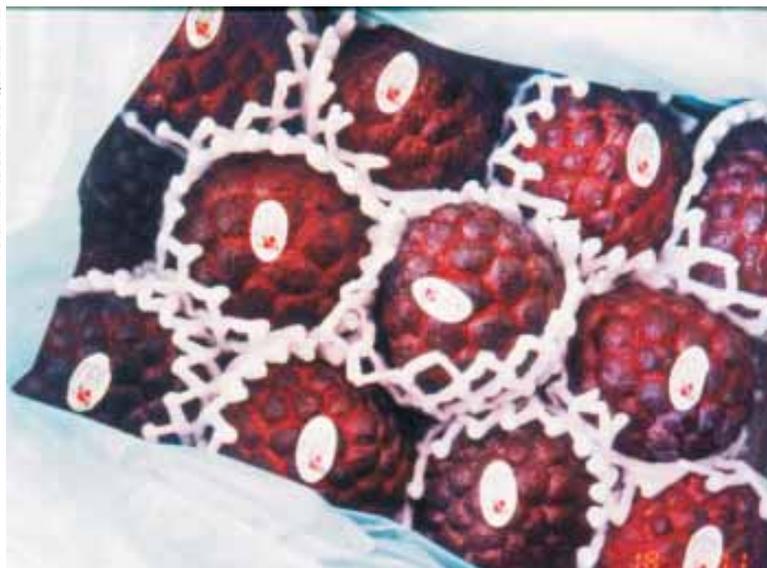


Fig. 2. A ata roxa tem preço diferenciado no mercado de Recife, Estado de Pernambuco.

oferta de empregos na região. Atualmente, os pequenos produtores vendem seus frutos in natura ao longo das rodovias ou se submetem aos baixos preços das poucas agroindústrias existentes na região. Embora os preços das agroindústrias sejam menores do que os dos varejistas da cidade, os produtores têm a vantagem de evitar os custos de transporte e a grande competição do mercado consumidor urbano. No entanto, se eles dispusessem de capital suficiente para instalar pequenas agroindústrias, por meio de associações ou de cooperativas, a maximização de seus lucros seria mais fácil e a renda familiar seria bem maior.

De acordo com Bandeira e Braga Sobrinho (1997) e Bonaventure (1999), os mercados nacional e internacional de frutas anonáceas, como ata, graviola e atemóia, são limitados em virtude dos seguintes fatores:

- a) Não há suporte institucional adequado na obtenção de crédito financeiro, com juros subsidiados para pequenos produtores; a malha rodoviária que permita transporte rápido sem dano aos frutos é deficitária; e há deficiência nas ações de pesquisa e extensão para criação e difusão de novas cultivares e práticas culturais adequadas para essas espécies de anonáceas.
- b) Por causa da vida curta de pós-colheita dos frutos, há necessidade de novas e modernas técnicas que evitem perdas para os produtores, impedindo o sucesso na exportação de frutas na forma in natura.
- c) A polpa processada é, algumas vezes, de má qualidade e não atende aos padrões do mercado internacional, principalmente, porque as tecnologias de processamento não estão diretamente disponíveis para uso nas agroindústrias e para os pequenos produtores e varejistas.

d) A falta de informação do mercado nacional e, principalmente, internacional sobre as anonáceas restringe o cultivo e a diversificação do produto, uma vez que o sucesso da comercialização de frutas depende da estratégia de mercado. Esse fator, por si, depende de muitos outros, tais como sistemas de produção e de comercialização, de organizações de produtores, do suporte institucional, de rodovias, do acesso ao crédito, da pesquisa e da extensão.

As perspectivas de soluções ou de possibilidades na área de pesquisa que podem minimizar os problemas e/ou contribuir com o desenvolvimento futuro das anonáceas no Brasil são apresentadas a seguir.

Melhoramento genético

a) O enriquecimento, a manutenção e a conservação *in situ* e *ex situ* do germoplasma de anonáceas são muito importantes para evitar a erosão genética. Além disso, melhores métodos e o aprimoramento dos já existentes na caracterização do germoplasma são decisões consideradas importantes (PINTO; SILVA, 1994).

b) A introdução e a seleção de porta-enxertos e de novas cultivares mais produtivas e resistentes a pragas, principalmente à broca-do-tronco (*Cratosomus* spp.) e dos-frutos [*Cerconota anonella* (Sepp.)], são passos relevantes para o aumento da produção em termos de qualidade e quantidade. A qualidade dos frutos também deve ser enfatizada nos estudos futuros, visando, principalmente, ao aumento da vida pós-colheita dos frutos.

c) A prospecção, a seleção e as análises laboratoriais de espécies silvestres visando à obtenção de produtos medicinais, farmacológicos e de interesse na produção de inseticidas são temas promissores para futuros projetos de pesquisa (ABUBAKAR; ABDURAHMAN, 1998).

Manejo da cultura

a) Estudos sobre podas nos diversos ambientes de cultivo visando à melhor produção e oferta de frutos nas diferentes épocas do ano.

b) O manejo de água na irrigação e o cultivo intercalado com culturas de ciclo mais curto precisam ser mais bem estudados e adaptados aos diversos ambientes de cultivo de anonáceas.

c) Técnicas de produção orgânica devem ser aprimoradas, visando não somente ao mercado interno, mas também ao mercado internacional.

Pós-colheita e processamento

- a) Como a atemóia, a ata e a graviola não amadurecem adequadamente quando colhidas imaturas, a identificação do ponto de colheita é primordial e os meios adequados de conservação e embalagem pós-colheita são importantes para manter a qualidade da fruta no mercado e evitar perdas financeiras para os produtores.
- b) Maior disponibilidade de projetos agroindustriais para facilitar a diversificação e maior ganho do pequeno produtor por meio da agregação de valor na venda de produtos processados.

Associações, industrialização e marketing

- a) É extremamente importante que o governo e as instituições estimulem a organização de associações e de cooperativas que permitam a melhor inserção, participação dos pequenos produtores nos mercados interno e externo, auferindo-lhes maiores vantagens e lucros na venda de seus frutos e processados.
- b) O desenvolvimento de tecnologias de sucos pré-elaborados é altamente necessário, uma vez que frutos de anonáceas têm componentes de *flavor* bastante voláteis, que se perdem facilmente com a atual tecnologia de preparação de sucos.
- c) Alguns metabólitos secundários, como a acetogenin em graviola, já são usados na preparação de produtos medicinais como substância anticancerígena, porém, não há nenhuma informação disponível sobre as melhores partes da planta para a sua extração.
- d) Os hábitos de consumo de anonáceas, como a atemóia, a ata e a graviola, são restritos a poucos países tropicais. Essas frutas não são conhecidas em países de zona temperada, contrariamente ao que ocorre com a também anonácea cherimólia (*Annona cherimola* Mill.). Isso evidencia que o sistema de marketing e propaganda dessas anonáceas tropicais deve ser incentivado e aprimorado.

Para o desenvolvimento futuro das anonáceas tropicais no Brasil é, portanto, importante que a adoção correta de sistemas agronômicos modernos, que vão desde a introdução de germoplasma até as técnicas de pós-colheita. Em seguida, a formação de associações, a industrialização e o marketing trarão uma contribuição inestimável. E, finalmente, fatores socioeconômicos, como

liberação de financiamentos, principalmente aos pequenos produtores, com baixas taxas de juros, redução drástica das taxas alfandegárias e melhoria da infra-estrutura rodoviária e portuária são urgentes e necessários.

Referências

ABUBAKAR, M. S.; ABURAHMAN, E. M. Useful plants in traditional control of insects pests. **Journal of Herbs, Spices, and Medicinal Plants** v. 6, n. 2, p. 49-54, 1998.

AGUIAR, J. L. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. Custo de implantação e retornos econômicos. In: OLIVEIRA, M. A. S. (Ed.). **Graviola produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 61-78.

BANDEIRA, C. T.; BRAGA SOBRINHO, R. Situação atual e perspectivas da pesquisa da agroindústria das anonáceas no Estado do Ceará. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. (Ed.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ANONÁCEAS, 1., **Anais...** Uesb, Vitória da Conquista, BA, 1997. p. 156-167.

BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e seu híbrido atemóia** São Paulo, Nobel, 1999. 182 p.

KAVATI, R.; PIZA JUNIOR, C. T. Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemóia e cherimóia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. (Ed.). **Anonáceas, produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p. 76-83.

KAVATI, R. Embalagem e comercialização. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. (Ed.). **Anonáceas, produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1997. p. 257-262.

LUCAS, A. P. Cultivo da pinha traz lucro em dólar. **Manchete Rural**, n. 82, p. 19-21, 1994.

PINTO, A. C. de Q.; SILVA, E. M. **Graviola para exportação, aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: Embrapa/SPI, 1994. 41 p.

PINTO, A. C. de Q. Agronomy. In: HUGHES, A.; CLEMENT, C. R.; HAQ, N.; SMITH, R. W.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). **Annona species**. Southampton: University of Southampton, 2005. p. 71-126.

TORRES, W. E.; SÁNCHEZ, L. A. **Fruticultura colombiana, guanábano**. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, 1992. 97 p. (Manual de Assistência Técnica, 57).

Capítulo 5

O desenvolvimento da bananicultura

Sebastião de Oliveira e Silva
Zilton José Maciel Cordeiro

Origem e importância econômica

A banana (*Musa* spp.), originária do sudeste da Ásia, foi provavelmente a primeira fruteira a ser cultivada pelo homem. Hoje está presente em mais de 120 países, ocupando cerca de 9 milhões de hectares, destacando-se como a fruta mais consumida no mundo. Por produzir o ano inteiro, a banana garante emprego e renda para milhares de brasileiros, exercendo, ainda, papel fundamental na fixação do homem no campo. Estima-se que o tamanho médio da área plantada por agricultor, no Brasil, seja inferior a um hectare, o que mostra a importância da pequena produção da bananicultura brasileira.

A produção brasileira de banana está distribuída por todos os estados, observando-se uma amplitude na produtividade que varia de 3,95 t/ha, no Amapá, para 31,42 t/ha no Rio Grande do Norte. A presença dos plantios da empresa Del Monte, no Rio Grande do Norte, que cultiva as cultivares do subgrupo Cavendish, certamente é um dos fatores responsáveis pela maior produtividade observada nesse estado. São Paulo, Bahia, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais, Pernambuco e Ceará são os mais importantes estados produtores de banana, tanto em área colhida quanto em produção. Os números mostram que tem havido melhoria no nível técnico das plantações. Em alguns estados, como Santa Catarina, Paraná, São Paulo e em algumas áreas irrigadas do Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Bahia, a produtividade média tem sido superior a 20 t/ha, onde 'Prata Anã' chega a atingir a média de 30 t/ha e as cultivares do tipo Cavendish alcançam 45 t/ha, em razão, principalmente, das melhorias no controle fitossanitário e nutricional dos pomares.

Apesar de ser o segundo maior produtor mundial de banana, com 6,8 milhões de toneladas, o Brasil exportou, em 2005, somente 211.470 t, o equivalente a 3,1 % da produção, com um valor estimado de US\$ 52,5 mil (FAO, 2006). Esses números, embora ainda modestos, vêm crescendo a cada ano e até mesmo ampliando o número de estados e de países que participam na exportação e importação, respectivamente. Com relação às exportações brasileiras de frutas frescas, a banana é a quarta fruta mais exportada do País, com um crescimento de 16,45 % no volume exportado, no período de 2005 a 2006, perdendo apenas para a uva (*Vitis* sp.), o melão (*Cucumis melo* L.) e a manga (*Mangifera indica* L.) (IBRAF, 2006).

Fatores limitantes e contributivos ao agronegócio da banana

A evolução do sistema de produção recomendado para a banana ocorre desde os anos de 1970, cuja diferenciação segue de acordo com o nível de tecnologia aplicada entre os produtores. Essa distinção mantém-se até hoje nas operações que integram o processo de produção da bananeira.

A infra-estrutura que envolve a escolha da área, preocupações com a construção de estradas, carreadores, escoamento de produção e ações conservacionistas são fatores importantes desde 1976, quando se projetava uma bananicultura com tecnologia.

Com relação ao preparo de solo, na década de 1970, recomendava-se a roçagem, a aração, a gradagem, o sulcamento e as queimadas. Estas últimas passaram a ser evitadas nos anos de 1980. Na década de 1990, as preocupações com a conservação dos solos aumentaram. Com isso, a partir do ano 2000, outras operações de preparo e de conservação do solo, tais como alternância de implementos, revolvimento mínimo, umidade adequada no preparo, manutenção da camada superficial e de resíduos vegetais sobre a superfície do solo, passaram a ser recomendadas.

Na etapa de seleção e plantio, as principais mudanças ocorreram a partir dos anos de 1970, época em que havia a preocupação com qualidade fitossanitária das mudas, embora ainda não fossem recomendadas plantas micropropagadas. Em relação aos tratamentos culturais, recomendava-se manter o bananal totalmente limpo. Atualmente, a qualidade de mudas é garantida pela micropropagação. Para o controle de ervas invasoras, recomenda-se a manutenção da superfície do solo coberta, prática preconizada em sistemas orgânicos e de Produção Integrada de Frutas (PIF Banana).

As operações de correção e de fertilização do solo nas últimas décadas se orientam nas recomendações da análise do solo e nas exigências da cultura. Atualmente, sugere-se, também, o uso de adubação orgânica, parte importante nas adubações organominerais.

Considerando o controle fitossanitário no bananal, destaca-se o manejo integrado de pragas como o principal fator de contribuição ao desenvolvimento da bananicultura no Brasil, desde os anos de 1970. Prática que vem sendo muito mais incrementada com a implantação do sistema de produção integrada de banana que, dentro de suas premissas, apresenta uma forte preocupação com a sustentabilidade ambiental e a produção de alimentos seguros, com base no uso das boas práticas agrícolas e de fabricação. O controle da sigatoka-negra [*Mycosphaerella fijiensis* Morelet, fase anamórfica *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton] via sistema de pré-aviso biológico, é praticado nas regiões de bananicultura mais tecnificada como Santa Catarina, São Paulo, norte de Minas Gerais e Projeto Formoso, na Bahia.

Na colheita e pós-colheita, os principais pontos de evolução tecnológica ao longo dos últimos anos são: o uso de cabos aéreos para transporte de cachos, o despencamento, a classificação e embalagem, bem como os tratamentos de conservação pós-colheita de frutos.

A diferença da produção de banana no Brasil, em relação a outros países, começa no uso varietal e se estende até a comercialização. Também são diferentes a natureza e o tipo de pesquisa que se conduz em condições brasileiras em outros países (Tabela 1), limitando ou contribuindo com o agronegócio da banana.

Embora o Brasil seja o segundo produtor mundial (FAO, 2006), a produção de banana enfrenta uma série de fatores limitantes, que vão desde aspectos técnicos até os de infra-estrutura disponível, descritos a seguir.

Problemas fitossanitários: As pragas e doenças constituem fatores limitantes ao cultivo da banana, destacando-se como mais importantes a sigatoka-amarela, [*Mycosphaerella musicola* Leach, *Pseudocercospora musae* (Zimm) Deighton], e a sigatoka-negra, introduzidas no Brasil em 1998, o mal-do-panamá [*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Smith) Snyder & Hansen]; a broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus* Germ.) e os nematóides que, a depender da cultivar e das condições ambientais, podem causar prejuízos de até 100 % na produção. Apesar da existência de cultivares resistentes e da possibilidade de controle, a sigatoka continua causando grandes prejuízos aos bananicultores.

Manejo fitotécnico: A existência de bananais sem nenhuma preocupação com o manejo fitotécnico (espaçamento, desbaste, desfolha, adubação e outros) ainda é a tônica em grande parte das plantações, principalmente aquelas de pequenos produtores.

Tabela 1. Agronegócio da banana no Brasil comparado ao de outros países.

Aspectos	Brasil	Outros países (exportadores de banana)
Cultivares	Tipos: Prata (Branca, Prata, Anã e Pacovan), Cavendish (Nanicão e Grande Naine), Terra (D'angola) e Maçã	Tipos: Cavendish (Grande Naine, Valery e Williams) e Terra (Dominico)
Práticas culturais	Em geral, não é dada às práticas culturais, controle fitossanitário, colheita e pós-colheita Mesmo quando se usa alta tecnologia a colheita e pós-colheita deixam a desejar (mercado interno)	Todas as atividades agrícolas são realizadas para que se tenha produção de banana com a qualidade desejada A colheita e pós-colheita são as práticas indispensáveis (exportação)
Estrutura agrária	Produtores com baixa e média tecnologia e baixo acesso a mercados de alto valor. Baixos processos organizacionais e fracas cooperativas Forte intervenção do Estado, exemplo: Perímetros irrigados	Grandes produtores de banana com alta tecnologia importada de outros países produtores Pequenos produtores em cooperativas com tradição comercial Investimento de produtores para o desenvolvimento de pesquisa e assistência técnica
Pesquisa	P&D agrícola no Brasil com participação do governo A Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é responsável pelo maior volume de pesquisa Grande parte dos recursos de pesquisa são fornecidos pelo governo federal. Pesquisa aplicada e básica A pesquisa é também financiada por instituições estaduais	Pesquisa é mantida e paga pelos produtores A pesquisa é apoiada, principalmente, pelo setor privado, que contribui com US\$ 0,25 por caixa exportada Pequena participação governamental. Pesquisa aplicada e só as multinacionais fazem pesquisa básica Pesquisa e tecnologia desenvolvida por exportadoras

Fonte: Adaptado de Córdoba Blandon (2007).

Problemas nutricionais: De modo geral, os problemas nutricionais nos bananeais ocorrem em razão do desconhecimento das necessidades da bananeira pelos produtores e, sendo assim, as adubações preventivas não são realizadas. Aliado a esses aspectos, há a ocorrência de desbalanço nutricional, principalmente entre os nutrientes cálcio, potássio, magnésio e micronutrientes. Ocorrem ainda os casos de plantio em solos de difícil manejo, como aqueles com altos teores de cálcio e magnésio, com pH muito elevado; solos inadequados ao plantio de banana como em casos de altos teores de sódio, drenagem deficiente, dentre outros aspectos que dificultam o manejo nutricional.

Manejo da fruta na pré e pós-colheita Observa-se que, mesmo em lavouras com nível tecnológico mais avançado, ainda deixa a desejar a conscientização quanto ao manuseio da fruta durante a colheita e o processamento para evitar danos mecânicos. Em determinadas regiões, as perdas pós-colheita podem chegar a 40 % da produção.

Infra-estruturas: O primeiro aspecto a considerar é o reduzido número de propriedades com estruturas para o transporte interno da produção, como os cabos aéreos, ou a baixa disponibilidade de instalações para o processamento e embalagem, como as empacotadoras. A mudança de mentalidade e a busca por esses avanços dependem do comportamento do mercado e, como a bananicultura continua produzindo basicamente para o mercado interno, a introdução dessas inovações dependerá do comportamento do consumidor.

Geração de informações técnicas: Os órgãos oficiais responsáveis pela disseminação ou geração da informação, de modo geral, têm passado por crises financeiras graves, que dificultam suas ações. O segmento bananeiro, salvo algumas exceções, ainda é pouco participativo e pouco tem contribuído para que alguma mudança ocorra.

Perspectivas de mercado

O Brasil apresenta vantagens comparativas importantes em relação a outras regiões ou países produtores (condições climáticas menos propícias ao desenvolvimento de doenças, solos de boa qualidade, luminosidade o ano inteiro, disponibilidade de água e posição estratégica em relação a mercados compradores). Entre as vantagens comparativas enumeradas, merece destaque a ocorrência de condições climáticas menos propícias ao desenvolvimento da sigatoka-negra. Esse fato está se tornando importante atrativo às multinacionais do setor que se encontram estabelecidas na América Central onde, em virtude das condições climáticas, são necessárias até 56

aplicações anuais de fungicidas, o que tem provocado, além da elevação do custo de produção, aumento da resistência do fungo aos fungicidas utilizados. Ademais, a pressão da sociedade é no sentido da redução de uso dos defensivos e, o sistema, tal como se apresenta na América Central, está indo na contramão dessa tendência. Diante dessa realidade, a mudança da área de produção pode ser a única alternativa. Há ainda expectativas positivas para um melhor posicionamento do Brasil nesse importante mercado de frutas, principalmente se houver êxito nas tentativas de exportação da banana Prata, a cultivar mais comercializada no País, mas que carece de ações mais efetivas para ser inserida no mercado internacional que conhece, basicamente, cultivares do subgrupo Cavendish.

Referências

- ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997. 585 p.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004.
- CÓRDOBA BLANDÓN, D. M. **Understanding innovation system**: technological change in banana production in Colombia and Brazil. Wageningen, August, 2007. 121 p. Thesis (Master) - Wageningen University.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MOREIRA, R. S. A. A bananicultura brasileira. In: SOPRANO, E.; TCACENCO, F. A.; LICHTEMBERG, L. A.; SILVA, M. C. REUNIÃO INTERNACIONAL, ACOBAT 17., 2006, Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: um negócio sustentável: **Anais...** Joinville: Acorbat/Acafruta, 2006. 2 v., p. 36- 47.
- CORDEIRO, Z. J. M. (Ed.). **Banana. Fitossanidade**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. 121 p.
- CORDEIRO, Z. J. M. (Ed.). **Banana. Produção**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. 143 p.
- MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. da S. (Ed.). **Banana. Pós-colheita**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71 p. (Frutas do Brasil, 16).
- FAO 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat database collections**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>> Acesso em: 5 abr. 2007.
- IBRAF, Instituto Brasileiro de Frutas. 2006. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 5 mar. 2007.

Capítulo 6

O agronegócio do caju

Levi de Moura Barros
João Ribeiro Crisóstomo
João Rodrigues de Paiva
Vitor Hugo de Oliveira

Origem e importância econômica

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), planta originária do Brasil, é cultivado em diversas partes dos trópicos para o aproveitamento da amêndoa da castanha-de-caju (ACC), uma das nozes mais comercializadas no mundo. Consumida como aperitivo, concorre no mercado com a noz da nogueira (*Juglans regia* L.), a avelã (*Corylus avellana* L.), a pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], a amêndoa [*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb], a macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), o pistácio (*Pistacia vera* L.), a castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e os mixes com o amendoim para redução do preço final. Estudos recentes mostram que a ACC é rica em ácidos graxos insaturados, predominando o oléico (60,3 %) e o linoléico (21,5 %), ou seja, contém altos teores de ômega 3 e ômega 6 (LIMA, 2004), essenciais em todo o ciclo vital dos humanos (INNIS, 2000; GAZZOLA et al., 2007).

No Brasil, existem dois centros de diversidade do gênero *Anacardium*, a Amazônia e o Cerrado do Planalto Central. Porém, maior variabilidade da espécie cultivada ocorre na faixa da região litorânea do Nordeste, onde a precipitação pluviométrica varia entre 800 mm e 1.100 mm, distribuídos em 4 a 6 meses do ano, seguido de uma estação seca (BARROS, 1995), onde se concentram os plantios. Contudo, a expansão vem sendo feita no Cerrado e no Semi-Árido do Nordeste, onde mais da metade da área física é constituída por dezenas de ecossistemas caracterizados como Semi-Árido (DUQUE, 1980), alguns dos quais favoráveis ao cultivo do cajueiro em regime de sequeiro

(PAIVA et al., 2003). O cajueiro está sendo cultivado, hoje, em quase todo o País.

Na safra 2005, a área colhida e a produção nos principais países produtores foram estimadas em, respectivamente, 3.050.000 h e 2.310.268 t de castanhas (FAO, 2007). As exportações, naquele ano, foram de 240 mil toneladas de ACC no valor de US\$ 820 milhões, ou seja, 20 % do total gerado na cadeia vão para a indústria. A partir daí, estima-se em, aproximadamente, US\$ 410 milhões para o setor produtivo (10 %) e US\$ 2.870 milhões para o setor varejista (70 %). Os principais produtores de castanha são Vietnã, Índia, Brasil, Indonésia, Nigéria, Tanzânia, Costa do Marfim e Guiné-Bissau (Tabela 1). A liderança atual do Vietnã foi atingida recentemente em razão de um programa de incentivo à cajucultura, com o plantio do cajueiro-anão-precoce (FIGUERÊDO JUNIOR, 2006).

Tabela 1. Produção mundial de castanhas-de-caju e valor da produção, em 2005.

Posição	País	Valor da produção (US\$ 1.000,00)	Produção ⁽¹⁾ (1.000 t)
1º	Vietnã	543,364	827.000
2º	Índia	302,234	460.000
3º	Brasil	165,091	251.268 ⁽²⁾
4º	Nigéria	139,947	213.000
5º	Indonésia	80,158	122.000
6º	Tanzânia	65,703	100.000
7º	Costa do Marfim	59,133	90.000
8º	Guiné-Bissau	53,219	81.000
9º	Moçambique	38,108	58.000
10º	Benin	26,281	40.000
11º	Tailândia	15,769	24.000
12º	Malásia	8,541	13.000
13º	Quênia	6,570	10.000
14º	Gana	4,928	7.500
15º	Filipinas	4,599	7.000
16º	Madagascar	4,271	6.500
Total	–	–	2.310.268

⁽¹⁾ Valor estimado.

⁽²⁾ Castanhas beneficiadas pelas grandes indústrias. O valor mais próximo da realidade é 278 mil toneladas.

Fonte: FAO (2007).

No Brasil, os plantios comerciais e a industrialização tiveram início na década de 1960, objetivando o mercado da ACC, então em crescimento. Com o fim da política de incentivos fiscais, o programa de expansão foi desacelerado, na década de 1980, quando a capacidade industrial instalada era de 285 mil toneladas e a produção de 97 mil toneladas de castanhas, resultando em ociosidade industrial. Esse descompasso deveu-se ao fato de os plantios ainda não terem atingido a estabilidade de produção (LEITE, 1994).

Estima-se que um total de 195 mil produtores colheram 334 mil toneladas de castanhas, em 680 mil hectares, na safra 2006/2007. Dessa produção, 300 mil toneladas foram beneficiadas por 15 grandes indústrias no Ceará (11), Rio Grande do Norte (três) e Piauí (uma), que exportaram 41.569 t de ACC, ou 17 % das exportações mundiais, no valor de US\$ 187,5 milhões (Tabela 2); e 34 mil toneladas foram beneficiadas pelas 50 pequenas unidades existentes no Nordeste, com a ACC destinando-se ao mercado interno. A cadeia agroindustrial da ACC gera, aproximadamente, 40 mil empregos no campo e de 15 a 20 mil na indústria (LEITE; PESSOA, 2002). Além disso, gera inúmeras oportunidades nos serviços associados, principalmente, no setor de transporte e no manuseio da castanha e da ACC, em todas as etapas, da produção até a chegada ao consumidor final, embalagens, corretagem, entre outros.

Tabela 2. Castanhas processadas e preço pago pela matéria-prima, nas safras 2002/2003 a 2006/2007⁽¹⁾ e quantidade e valor das exportações brasileiras de amêndoa de castanha-de-caju, no período de 2001 a 2007.

Ano	Castanhas processadas (t)	Preço da castanha ⁽²⁾ (R\$/kg)	Quantidade (kg)	Valor (US\$ FOB)	Preço FOB (US\$/kg)
2001			29.356.397	112.251.250	3,82
2002	220.000	1,43	30.114.329	105.131.659	3,49
2003	250.000	1,15	41.568.892	143.759.914	3,46
2004	265.000	1,35	47.441.525	186.375.523	4,19
2005	250.000	1,02	41.856.059	187.126.443	4,47
2006	320.000	1,00	43.231.464	187.537.640	4,31
2007 ⁽²⁾	-	-	-	-	-
Janeiro	-	-	4.512.243	20.427.028	4,52
Fevereiro	-	-	3.960.652	18.053.215	4,56
Total⁽³⁾			8.472.895	38.480.243	4,54

⁽¹⁾ Período da safra considerado de setembro de um ano a maio do ano seguinte.

⁽²⁾ Dois primeiros meses de 2007.

⁽³⁾ Pago pela indústria. O produtor recebe 70 % a 80 % desse valor e a diferença vai para a corretagem.

Fonte: Sindicaju (2007).

O fruto do cajueiro é atípico, sendo composto pela castanha, que é o fruto verdadeiro, e um falso fruto, conhecido por caju ou pedúnculo, segundo a botânica, um pedicelo hipertrofiado. O Brasil é o país que mais aproveita o pedúnculo, sendo o principal produto o suco, concentrado e pronto para beber, que estão entre os mais consumidos no País. Também são produzidos doces diversos, refrigerantes e outras bebidas. Das 3 milhões de toneladas produzidas por safra, 6 % a 8 % são utilizadas no complexo industrial de sucos e 10 % nos demais aproveitamentos. São valores de difícil comprovação porque a maioria dos produtos e formas de uso, como na alimentação de bovinos, suínos, caprinos e ovinos, não passa pelo mercado formal. Ultimamente, chama a atenção a crescente aceitação do caju como fruta de mesa, razão dos preços de varejo, entre R\$ 2,00/kg e R\$ 8,00/kg¹ nos principais centros consumidores do País, o que tem incentivado esse negócio em outras regiões brasileiras.

Fatores contributivos ao desenvolvimento da agroindústria do caju

O mercado do líquido da lasca da castanha

Na casca, contém um óleo rico em fenóis, o líquido da casca da castanha (LCC), o primeiro produto do caju exportado, durante a Segunda Guerra Mundial, não existindo registros sobre essas exportações. O uso atual parece ser na produção de resinas e materiais de fricção, utilizadas em lonas de freio e outros produtos derivados, mas as informações não são muito claras. No Brasil, é utilizado na preparação da castanha para o corte no processo mecanizado. Atualmente, o volume exportado é baixo comparado com a quantidade produzida, gerando cerca de US\$ 8 milhões/ano. Não é, porém, um mercado estável.

O mercado da amêndoa de castanha-de-caju

Apesar da origem e da tradição de uso da amêndoa da castanha-de-caju no Brasil, foi a Índia que iniciou a comercialização da ACC para os Estados Unidos

¹ US\$ 1,13 a US\$ 4,53; valor do dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

da América e Europa no início do século 20. O Brasil só entrou no mercado na década de 1950, aproveitando os canais de comercialização do LCC, cujo mercado se encontrava em declínio, e motivado pelo atrativo preço da ACC na ocasião. Porém, a ineficiente tecnologia de beneficiamento da castanha dificultou a concorrência com o baixo custo de produção da indústria indiana, então exclusiva no mercado, sendo esse o primeiro desafio da indústria brasileira. As primeiras estatísticas sobre as exportações de ACC são de 1960, quando foram registrados US\$ 348 mil. Desde então, tem-se verificado um crescimento constante, até os US\$ 225,2 milhões, ocorrido no ano de 2007.

A atuação político-empresarial

A primeira atuação política de incentivo à cajucultura foi no Ceará, quando uma lei de 1957 concedia auxílio a quem plantasse mais de 100 árvores. Ainda em âmbito estadual, merecem destaque dois grandes programas da década de 1970. Um que contribuiu para transformar o Ceará no maior produtor e processador de castanha-de-caju do País (LOPES NETO, 1977); e outro no Rio Grande do Norte, que transformou uma faixa inabitada do oeste do estado em um município, Serra do Mel, movido pelo agronegócio do caju. Uma política mais abrangente do governo federal resultou na expansão dos plantios e da indústria por meio da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), iniciados na década de 1960. No apogeu desses incentivos, entre 1971 e 1988, foram implantados 424.142 h de cajueiros. Antes, com o mercado de ACC favorável, tinham sido instaladas, entre 1961 e 1969, 19 indústrias com capacidade para o beneficiamento de 285 mil toneladas de castanha. Nesse período, 8 indústrias de beneficiamento também extraíam o LCC e 11 processavam o pedúnculo, tendo como objetivo principal o suco concentrado (CAVALCANTE; LOPES NETO, 1973; LOPES NETO, 1981).

Uma avaliação crítica permite reconhecer a importância dessas políticas para a consolidação do parque industrial para aproveitamento do caju, hoje fundamental para a socioeconomia do Nordeste. Os cerca de US\$ 3 bilhões gerados apenas pelas exportações de ACC suplantam, com folga, tudo o que foi investido, devidamente corrigido, na implantação dessa agroindústria, sem contar a contribuição do pedúnculo.

A atuação e a capacidade empresarial de parte dos atores do setor privado constituíram um diferencial para o sucesso do agronegócio do caju nas últimas décadas. Com a oportunidade de negócio com o LCC, referida anteriormente, houve a percepção de que a ACC, pelo crescimento da demanda externa, era um produto que poderia gerar uma nova indústria, uma vez que existia uma

floresta de cajueiros nativos na região. A persistência dos pioneiros, mesmo após alguns insucessos, culminou na implantação e na consolidação dessa agroindústria. Representando esses pioneiros, cita-se o empresário Jaime Tomás de Aquino, fundador e presidente da Companhia Industrial de Óleos do Nordeste (Cione) que, a partir da observação de que o mercado de São Paulo para a ACC poderia mudar a sua vida de caminhoneiro, percorreu um longo caminho até implantar 70 mil hectares de cajueiros do tipo comum. Hoje, é o maior produtor individual do Brasil e, provavelmente, do mundo.

Na década de 1980, o empresário Carlos Prado iniciou o cultivo em larga escala do cajueiro-anão-precoce no Semi-Árido do Piauí. Cultiva, com sucesso, 1,2 mil hectares, empregando toda a tecnologia gerada pela pesquisa e a produção é destinada, prioritariamente, para o mercado de fruta in natura. Essa iniciativa tem incentivado pequenos produtores, principalmente do Piauí, a produzir caju de mesa no Semi-Árido para comercialização nos principais mercados do País.

Os desafios e a contribuição da pesquisa

Antes da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os estudos com o cajueiro eram feitos de forma isolada, nas universidades e institutos de pesquisa do Nordeste e do Norte do País, sendo encontradas referências de estudos sobre germinação, botânica, propagação vegetativa, adubação, pragas, doenças e tecnologia de alimentos, desenvolvidos pela Universidade Federal do Ceará, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (Ipean), Instituto de Pesquisa Agropecuária do Nordeste (Ipeane) (Estações Experimentais de Pacajus, no Ceará, João Pessoa, na Paraíba, e Itapirema, em Pernambuco), Ministério da Agricultura (MA), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Instituto Biológico, em São Paulo, Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Ceped), na Bahia, e Superintendência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Sudec) (PONTES et al., 1984). Após a criação da Embrapa, decisões político-institucionais ainda retardaram o fortalecimento das pesquisas com o cajueiro até a criação do Centro Nacional de Pesquisa do Caju (CNPc), em 1987, Unidade Descentralizada da Embrapa, hoje Embrapa Agroindústria Tropical.

A cronologia dos eventos e instituições relacionadas com a pesquisa do cajueiro pode ser resumida como a seguir.

1956: Inaugurada a Estação Experimental de Pacajus do Ministério da Agricultura, no Ceará, e formada a primeira coleção, incluindo algumas plantas do germoplasma anão-precoce.

1975: Criação da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (Uepae) Pacajus, da Embrapa.

1978: Transferência da Uepae Pacajus para a então criada Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (Epace).

1983 e 1987: Lançamento dos primeiros clones de cajueiro-anão-precoce, respectivamente, CCP O6 e CCP 6, e CCP O9 e CCP 1001.

1987 e 1993: Respectivamente, criação do CNPCa e transformação no Centro Nacional de Pesquisa da Agroindústria Tropical (CNPAT), atual Embrapa Agroindústria Tropical, que passou a atuar também nas áreas de tecnologia de alimentos e processamento industrial.

O desafio inicial da pesquisa, então centrada na produção, foi o de transformar o semi-extrativismo que caracterizava a cajucultura em fruticultura moderna. Baixa produtividade, 400 kg/ha de castanhas, porte alto, desuniformidade da copa e 8 a 10 anos para a estabilização da produção decorriam do plantio direto de sementes de cajueiro do tipo comum. Adicionalmente, mudas ofertadas em apenas 2 a 3 meses ao ano, fora do período das chuvas, associado aos intensos ataques de pragas e doenças, formavam o elenco de problemas a serem solucionados.

O desenvolvimento de clones de cajueiro-anão-precoce destaca-se dentre os resultados com o cajueiro, até os dias atuais. Os primeiros clones, com potencial para 1,3 t/ha de castanhas, porte baixo, precocidade e ciclo produtivo de até 9 meses viabilizaram o uso das técnicas de produção da fruticultura moderna no cultivo do cajueiro (BARROS et al., 1984; BARROS, 1988), modificando o setor produtivo (Fig. 1). Posteriormente, clones para 1,8 t/ha, em cultivo de sequeiro, e superiores a 3 t/ha, em cultivo irrigado (OLIVEIRA et al., 2002), no Semi-Árido brasileiro (Fig. 2); um clone para fruta de mesa; um clone tolerante à resinose [*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif.], doença que afeta os demais clones do tipo anão-precoce (PAIVA et al., 2002); um clone para o nordeste da Bahia e oeste do Rio Grande do Norte (PAIVA; BARROS, 2004); e os clones BRS 274 e BRS 275, em 2007, de cajueiro-comum.

As pesquisas com propagação causaram impacto pela viabilização da disseminação dos clones (CAVALCANTI JUNIOR; CHAVES, 2002) e o negócio de produção de mudas, com o estabelecimento de viveiros modernos. A substituição de copas permitiu a recuperação de pomares improdutivos, elevando a produtividade para até 1 t/ha de castanhas (MONTENEGRO, 2002). A identificação, descrição de sintomas e formas de manejo das principais pragas e doenças foi outra grande contribuição das pesquisas (MELO; BLEICHER, 2002; CARDOSO; FREIRE, 2002). Tecnologias pós-colheita para a conservação do pedúnculo por até 20 dias (ALVES et al., 2002) viabilizou o

Foto: Cláudio Norões



A

Foto: Leir de Moura Barros



B

Fig. 1. O cajueiro-anão-precoce (A), com alta densidade de plantio e excelente qualidade do fruto e pseudo-fruto, foi a tecnologia que mais contribuiu para o desenvolvimento do caju nordestino, substituindo os antigos pomares de cajueiros de grande porte e baixa densidade de plantio e produção (B).

Foto: João Rodrigues de Paiva



Fig. 2. Clone BRS 226 (Bahia 12), próprio para cultivo no Semi-Árido brasileiro.

caju como fruta de mesa, uma vez que, naturalmente, dura apenas 24 horas. Espera-se melhoria da qualidade do pedúnculo com a inclusão de outras espécies *Anacardium* no programa de seleção para a redução do teor de tanino em andamento na Embrapa Agroindústria Tropical (CRISÓSTOMO et al., 2002). A tecnologia de irrigação possibilitou o estabelecimento de 8 mil hectares de cajueiro-anão-precoce irrigados para o mercado de mesa.

Os fatores limitantes e as perspectivas

Apesar da sua importância, o agronegócio do caju vem enfrentando algumas ameaças, externas e internas, que limitam grandemente seu desenvolvimento, destacando-se:

Forte dependência do mercado externo da ACC e estima-se que 90 % da produção de ACC são destinadas ao mercado externo. Nessas circunstâncias, por ser um produto considerado supérfluo, a dependência do mercado externo é sempre uma ameaça ao negócio. Há necessidade de estímulo ao aumento do consumo no País e, para isso, o preço final deve ser mais atraente e a ACC ofertada de melhor qualidade.

O mercado da ACC é centrado em um único comprador, os Estados Unidos da América, correspondendo a 70 % das exportações (Tabela 3), o que configura uma situação clara de risco pela total dependência. Isso se deve, talvez, à aparente segurança das relações comerciais entre os dois países, desde o início das exportações. É fato, porém, que têm sido buscados outros mercados, ainda sem muito sucesso, em razão dos complexos acordos comerciais entre exportadores e compradores, os quais envolvem outros interesses e contrapartidas nem sempre de fácil alcance. Por exemplo, os Estados Unidos da América, que respondem por 40,16 % do total das importações, vêm apresentando taxa de crescimento anual de 5,72 %, bem abaixo da taxa da Holanda (15,3 %), dos Emirados Árabes (12,14 %), da França (11,75 %) e da Austrália (9,65 %) (GAZZOLA et al., 2007).

O produto não é de necessidade básica, assim, apesar do crescimento constante nos últimos 15 anos, pode sofrer redução no consumo em situações de abalos políticos ou econômicos, como ocorreu quando da extinção da União Soviética. O redirecionamento das vendas de ACC por parte da Índia, fornecedor daquele país, acirrou o mercado e causou impacto nas vendas brasileiras. Há necessidade, pois, de preparação para situações similares por meio da abertura de novos mercados e ampliação do mercado interno, incluindo o pedúnculo e derivados.

Tabela 3. Principais importadores de amêndoas de castanha-de-caju no período de 1999 a 2004 (em toneladas).

País	Ano					Aumento ⁽¹⁾
	1999	2000	2001	2002	2003	
EUA	71.565	81.507	83.706	95.419	111.772	130.865
Canadá	3.735	4.830	5.607	8.105	10.015	12.030
Austrália	5.629	5.260	6.618	8.105	8.695	10.999
Holanda	19.316	20.494	19.002	20.595	25.407	24.094
Inglaterra	7.905	8.043	9.493	10.359	10.890	14.985
Alemanha	4.968	6.081	7.445	7.379	8.796	9.274
Outros	41.220	33.903	49.080	66.385	53.172	67.705
Total	154.338	160.118	180.951	208.262	228.747	269.952
						74,91

⁽¹⁾ Incremento do volume comercializado de 2004 em relação a 1999.
 Fonte: FAO (2007).

A qualidade da ACC influencia no seu preço, que é determinado pelo peso, coloração e integridade. A classificação atual é composta de 39 classes que variam de US\$ 0,25 a US\$ 3,60 por libra-peso (Tabela 4). Pela grande variabilidade encontrada no Brasil para tipos de castanha, é possível ofertar ACC com as características demandadas por diferentes mercados. Para isso, há necessidade de mudanças no setor produtivo, com a substituição gradual dos pomares para aumento da frequência de plantas de castanhas de peso superior a nove gramas, o que é possível com os clones disponíveis no mercado.

Tabela 4. Classificação e preço da amêndoa de castanha-de-caju brasileira no mercado internacional⁽¹⁾.

Classificação ⁽²⁾	Preço relativo/libra ⁽¹⁾ (%)
1) Inteiras	
SLW1 - SLW2 - SLW3	100 – 86 – 64
LW1 - LW2	78 – 71
W1 240 - W2 240 - W1 320 - W2 320	71 – 61 – 61 – 57
W3 - W3 M - W4 - W5	46 – 36 – 21 – 11
2) Bandas	
S1 – S2 - S3 - S4	53 – 50 – 36 – 18
3) Batoques	
B1 – B2 - B3 - B4	53 – 50 – 36 – 11
4) Pedaçõs	
P1 - P2 - P3	50 – 46 – 28
5) Xerém	
SP1- SP2- SP3 -SSP1- SSP2- SSP3	21-18-14-18-16-14
G1 -G2- G3- X1- X2- X3	14-12-11-12-9-9
6) Farinha	
FC - FT – F	9 – 9 – 7

⁽¹⁾ Preços recebidos por um exportador brasileiro. O preço da SLW era US\$ 3,60 por libra-peso em junho de 2007. Considerando este valor como 100, pode-se estimar o valor das demais classes.

⁽²⁾ SLW – *Special Large Whole* (tipos 1, 2 e 3, respectivamente de primeira, segunda e terceira);

LW – *Large Whole* (Inteiras grandes, de primeira e segunda)

W – *Whole* (Inteiras), sendo: W1 240 inteiras de primeira, com até 240 amêndoas por libra-peso; W1 320, com até 320 amêndoas por libra-peso e as W2, inteiras de segunda;

S – *Split* (Bandas, de primeira, segunda, terceira e quarta);

B – *Butts* (Pedaços maiores, de primeira, segunda, terceira e quarta);

P – *Pieces* (Pedaços menores, de primeira, segunda e terceira);

G – *Grains* (Grânulos, de primeira, segunda e terceira);

X – *Small grains* (Xerém, de primeira, segunda e terceira);

F – *Flour* (Farinha: FC= crua e FT= torrada)

Fonte: Adaptado de Figuerêdo Júnior (2006); Brasil (1975).

A cor e a integridade dependem do processo de beneficiamento e o sistema empregado no Brasil resulta em amêndoas com qualidade inferior à dos principais concorrentes, razão do preço da ACC brasileira estar sempre abaixo da cotação do mercado (FIGUERÊDO JUNIOR, 2006).

O acirramento da concorrência teve início na década de 1990. O eixo de produção da castanha passou da África Oriental–Índia para a África Oriental–Ásia (excluída a Índia), acirrando ainda mais a briga pelo mercado de ACC e afetando, principalmente, o setor produtivo brasileiro, pelos custos mais elevados de produção. Tem havido certa estabilidade do preço da ACC, no entanto, em razão de parte da castanha africana ser comercializada com a Índia, como matéria-prima, o que reduz o número de exportadores. Para os brasileiros, resta o alerta para a necessidade de mudanças tanto no setor produtivo como no industrial, caso queiram sobreviver aos novos competidores, mesmo considerando que a competitividade das empresas indianas e vietnamitas se baseie no emprego de mão-de-obra barata, o que, para muitos, não é sustentável.

O setor produtivo passa por uma crise de sustentabilidade, com enfraquecimento e riscos para o agronegócio como um todo. Não apenas a baixa produtividade é responsável pela má remuneração do investimento na produção. A queda continuada do preço da castanha, nos últimos anos, demonstrou que a solução do problema envolve outros fatores e demanda novos procedimentos, como redução da elevada participação da intermediação que absorve entre 25 % e 30 % do preço da castanha. Outro procedimento capaz de impulsionar a modernização do setor é o incentivo à melhoria da castanha com preços diferenciados, o que a indústria parece não estar disposta a fazer. O resultado é que a maioria dos produtores não tem referência sobre padrões e preços da ACC, o que não os incentiva a fazer a classificação da castanha no campo, com prejuízo para ambos os segmentos.

A importância da qualidade da castanha nos índices industriais foi demonstrada no resultado do beneficiamento de 630 t de castanhas do clone CCP 76, apresentado por uma indústria do Ceará na Embrapa, com os seguintes resultados: a) por ser originária de clone, não houve custo de classificação da castanha; b) 62,75 % de amêndoas inteiras contra o máximo de 55 % do processo atual; c) valor insignificante de impurezas ou amêndoas chochas (0,09 %).

O baixo rendimento industrial perante os países concorrentes é demonstrado em estatísticas, embora sejam escassas as informações sobre os resultados do processo industrial. Os dados disponíveis mostram que são obtidas 50 % a 55 % de amêndoas inteiras, com o descasque mecânico praticado na indústria brasileira, e 75 % a 85 % com o sistema empregado nos demais

países e pelas minifábricas brasileiras. Além disso, a coloração da amêndoa, outro fator determinante do preço, é mais afetada pelo descasque mecânico, o que tem depreciado o valor da ACC brasileira (Tabela 5). Mesmo assim, não se vislumbram alterações no sistema atual de descasque, apesar de necessárias. Espera-se que a pesquisa em andamento na Embrapa Instrumentação Agropecuária, Embrapa Agroindústria Tropical e Universidade Católica de Pernambuco (Unicap) resulte em maior eficiência e passe a ser adotada.

Tabela 5. Preços (US\$/kg) obtidos pelos principais exportadores de amêndoas de castanha-de-caju no período de 1999 a 2004.

País	Ano					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Brasil	5,90	4,91	3,82	3,49	3,46	3,93
Índia	6,19	5,12	4,06	3,25	3,66	4,69
Vietnã	5,96	4,70	3,47	3,36	3,36	4,15

Fonte: Figuerêdo Júnior (2006)

Os grandes desafios e as perspectivas para a garantia da sustentabilidade do agronegócio do caju no Brasil são de diversas ordens e envolvem, a priori, os seguintes setores:

Pesquisa – Avançar no conhecimento e desenvolver tecnologias que garantam o diferencial competitivo para a sobrevivência de todos os segmentos da cadeia e não apenas do setor produtivo. Os desafios para a redução da dependência total da castanha no setor produtivo e a melhoria dos processos industriais tanto para a castanha como para o pedúnculo, envolvem:

a) Maior aproveitamento da planta

A produção do cajueiro é concentrada em 3 meses, embora seja possível estender esse período para até 9 meses. Assim, produção uniforme por 6 meses, via melhoramento ou alteração na fenologia da planta por meio de reguladores de crescimento, como ocorre na mangueira, seria importante para a produção e a indústria. A produtividade dos clones selecionados pode aumentar, já que há registros de plantas dispersas no Nordeste com produção de 63 kg no tipo anão-precoce e 400 kg de castanhas no comum.

b) Sistemas de produção com associação de cultivos

Aproveitar as oportunidades dos programas de bioenergia e associar cultivos com oleaginosas; o desafio é identificar e viabilizar alternativas para maior rentabilidade da terra.

c) Sistema de manejo para a exploração de pequenos e grandes animais

Trata-se de alternativa para o aumento da rentabilidade do setor produtivo, o qual se ressentiu de pesquisas nessa área.

d) Maior eficiência nos cultivos tradicionais

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em associação nos pomares de cajueiro-comum, porém, não existem experiências em pomares novos de cajueiro-anão-precoce, cujas características de porte e adensamento são muito diferentes.

e) Clones para o cultivo associado

Tanto os clones obtidos como os novos em avaliação foram trabalhados em monocultivo.

f) Melhoramento para estresses abióticos

O cultivo irrigado tem levado à expectativa em relação ao cultivo sob sequeiro no Semi-Árido. Da mesma forma, o cultivo no Cerrado e em áreas do Sudeste tem sido feito com clones selecionados para ambientes sem problemas de alumínio e temperaturas fora da faixa adequada para a planta. Essa é a justificativa para maior esforço na busca de genótipos com tolerância a estresses abióticos, intensificando o uso de técnicas da biotecnologia na identificação e mapeamento de locus de caracteres quantitativos (QTLs) associados aos caracteres de interesse agrônomo e industrial.

g) Alternativas de uso

Em razão das inúmeras alternativas de uso, o pedúnculo poderá ser a viga central de sustentação do agronegócio do caju, desde que haja: a) aumento do consumo de sucos; b) maior utilização como veículo em *blends* com outras frutas; c) participação de formulações e receitas para bolos, barras de cereais, biscoitos, pães e cozinha fina; e d) exploração de aromas e pigmentos.

h) Estudos sobre LCC

Aprimorar os estudos sobre o uso do LCC no desenvolvimento de produtos de valor estratégico como moléculas de uso em aditivos de combustíveis e lubrificantes, atualmente importados pelo País.

i) Estudos sobre beneficiamento da castanha

O aprimoramento do processo de beneficiamento da castanha torna-se um desafio para aumentar o rendimento industrial da castanha e a qualidade da ACC.

Políticas públicas – As políticas públicas que mais impactaram o agronegócio do caju ocorreram entre 1960 e 1980. Os resultados obtidos permitem afirmar

que é indispensável a formulação de novas políticas para o setor, em razão da acomodação cambial atual e do acirramento da concorrência no mercado de ACC. Devem ser priorizados: a) modernização do setor produtivo; b) funcionamento de um sistema de classificação da castanha; c) incorporação de produtos do pedúnculo na merenda escolar, uma vez que o teor médio de vitamina C do pedúnculo – 200 mg/100 g de suco e 800 mg/100 g de mel, é superior ao da laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.] – 50 mg/100 g de suco, podendo contribuir para a melhoria nutricional da população mais carente via escolas públicas.

Referências

- ALVES, R. E.; MOURA, C. F. H.; FILGUEIRA, H. A. C.; FIGUEIREDO, R. W.; MENEZES, J. B. Colheita e pós-colheita. In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza-CE: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 127-140. (Frutas do Brasil, 30).
- BARROS, L. M. Biologia floral, colheita e rendimento. In: LIMA, V. P. M. S. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza-CE: BNB/Etene, 1988. p. 301-319. (BNB-Etene. Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- BARROS, L. M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro *Anacardium occidentale* L.) tipos comum e anão-precoce, por meio de técnicas multivariadas**. Piracicaba, 1991. 256 p. Tese (Doutorado) – Esalq.
- BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa/ CNPAT, 1995. p. 53-69.
- BARROS, L. M.; ARAÚJO, F. E.; ALMEIDA, J. I. L.; TEIXEIRA, L. M. S. **A cultura do cajueiro-anão**. Fortaleza: Epape. 1984. 67 p. (Epape. Documentos, 3).
- BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p. 73-93.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 644 de 11 de set. de 1975. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de 04/11/1975, Seção 1, p. 14587.
- CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. Doenças. In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza-CE: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 132-136. (Frutas do Brasil, 30).
- CAVALCANTE, R. N. F.; LOPES NETO, A. A. **A situação atual e perspectivas**. Fortaleza-CE: BNB/Etene, 1973. 220 p.
- CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. Produção de Mudanças de Cajueiro In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza-CE: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 55-70. (Frutas do Brasil, 30).
- CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; FREITAS, J. G. F.; OLIVEIRA, J. N. Melhoramento do cajueiro-anão-precoce: avaliação da qualidade do pedúnculo e a heterose dos seus híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 24, v. 2, p. 477-480, 2002.
- DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Mossoró, RN: Fundação Guimarães Duque. 1980. 312 p. (Coleção Mossoroense, v. CXLIII).

FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

FIGUEIRÊDO JUNIOR, H. S. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda de castanha-de-caju. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, n. 4, p. 550-571. 2006.

GAZZOLA, R.; GAZZOLA, J.; COELHO, C. H. M.; SOUZA, G. S.; WANDER, A. E.; CABRAL, J. E. O. Considerações sobre a amêndoa da castanha-de-caju – aspectos nutricionais e de mercado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 65., **Anais...** Londrina, PR, Sober, 2007.

IBGE. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 17 abr. 2007.

INNIS, S. M. Essential fatty acids in infant nutrition: lessons and limitations from animal studies in relation to studies on infant fatty acids requirements. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 71, n. 1, p. 238-244, 2000 .

LEITE, L. A. S. **A agroindústria do caju no Brasil** políticas públicas e transformações econômicas. Fortaleza, CE: Embrapa-CNPAT, 1994. 195 p.

LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. P. Aspectos socioeconômicos. In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: Aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 15-17. (Frutas do Brasil, 30).

LIMA, A. C. GARCIA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos** Curitiba, v. 22, n. 1, p. 133-144, 2004.

LOPES NETO, A. **A agroindústria do caju**. Fortaleza, CE: Inplance, 1977. 263 p.

LOPES NETO, A. **A agroindústria do caju no Nordeste do Brasil e em outros países grandes produtores**. Fortaleza, CE: Bando do Nordeste do Brasil, 1981. 472 p.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. Pragas. In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza-CE: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 115-136. (Frutas do Brasil, 30).

MONTENEGRO, A. A. T. Substituição de copas. In: BARROS, L. M. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Fortaleza-CE: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p.108-114. (Frutas do Brasil, 30).

OLIVEIRA, V. H.; MONTENEGRO, A. A.; CARBAJAL, A. C. R.; MESQUITA, A. L. M.; AQUINO, A. R. L.; FREIRE, F. C. O.; ARAÚJO FILHO, G. C.; PAIVA, J. R.; PAZ, J. S.; PARENTE, J. I. G.; MOSCA, J. L.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; PAULA PESSOA, P. F. A.; SILVEIRA, S. S. **Cultivo do cajueiro-anão-precoce**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Sistemas de Produção, 1).

PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ALENCAR, E. S. **BRS 226 ou Planalto: novo clone de cajueiro-anão-precoce para o plantio na região Semi-Árida do Nordeste**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 78).

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V. **Seleção de clones de cajueiro-anão-precoce para o cultivo em sequeiro na Região Nordeste** Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 84).

PAIVA, J. R.; BARROS, L. de M. **Clones de cajueiro: obtenção, características e perspectivas**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 82).

PONTES, G. T. B.; CAVALCANTE, R. D.; GOMES, T. S. **Bibliografia do caju *Anacardium***. Fortaleza, Epape; Brasília, 1984. 480 p.

SINDICAJU. Disponível em: <www.sindicaju.org.br/exportação.html>. Acesso em: 17 abr. 2007.

Literatura recomendada

LIMA, V. P. M. S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil** Fortaleza, CE: BNB/Etene, 1988. (BNB-Etene. Estudos Econômicos e Sociais, 35).

PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. de M. **Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 43 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 65).

Capítulo 7

O desenvolvimento da citricultura

Orlando Sampaio Passos
Walter dos Santos Soares Filho

A história da citricultura brasileira remonta aos primórdios da história do País. Poucos anos após o Descobrimento do Brasil, entre as décadas de 1530 e 1540, jesuítas portugueses introduziram as primeiras sementes de laranja-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] nos estados da Bahia e de São Paulo. Em virtude das condições favoráveis de clima e solo, as plantas mostraram comportamento satisfatório. Durante o período colonial, os frutos conhecidos como laranja-de-umbigo ou laranja-bahia (*C. sinensis*) foram considerados maiores e mais sucosos que aqueles das laranjas produzidas em Portugal. Apesar disso, somente nos anos de 1930 a citricultura passou a ser explorada comercialmente com maior expressão na Região Sudeste, notadamente em São Paulo e Rio de Janeiro, fato explicado pelo maior desenvolvimento econômico desses estados da Federação. Prosseguindo sua expansão, a citricultura brasileira atingiu o Estado do Rio Grande do Sul, incorporando-se posteriormente ao Nordeste, especialmente à Bahia e Sergipe, estados que hoje praticamente dividem a segunda posição na produção nacional de citros, embora ainda muito distantes do Estado de São Paulo, principal produtor nacional. A partir da década de 1980, o Brasil assume a liderança na produção mundial de citros e exportação de suco concentrado congelado de laranja.

Importância econômica

A pujança da citricultura brasileira é expressa pelos números significativos que apresenta, que traduzem sua grande importância econômica e social para o País. Em termos concisos, têm-se: a) área plantada ao redor de 1 milhão de hectares; b) produção de frutas acima de 20 milhões de toneladas (Tabela 1), a

Tabela 1 Produção de citros (em mil toneladas) e taxa anual de crescimento (%) dos países em desenvolvimento produtores de citros no período de 1974 a 2004.

País/Ano	1974		1984		1994		2004	
	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%
Brasil	6.423	10,35	13.950	8,06	18.759	3,01	20.543	0,91
China	699	–	1.852	10,24	7.274	14,66	14.482	7,13
México	2.054	6,20	2.852	3,33	4.400	4,43	6.475	3,94
Índia	1.810	4,31	1.952	0,76	3.150	4,90	4.720	4,13
Irã	–	–	–	–	3.051	–	3.771	2,14
Nigéria	1.500	4,14	2.000	2,92	2.651	2,86	3.250	2,06
Egito	982	7,61	1.407	3,66	1.407	3,90	2.561	2,19
Turquia	899	Nd	1.334	4,02	1.878	3,48	2.408	2,52
Argentina	1.546	6,11	1.363	-1,25	2.078	4,30	2.230	0,71

Fonte: FAO (2007).

maior no mundo há alguns anos; c) exportações de suco concentrado de laranja e de outros derivados que geram divisas de cerca de US\$ 1,5 bilhão anuais; e d) oferta de milhares de colocações de trabalho – somente o setor citrícola do Estado de São Paulo gera mais de 500 mil empregos diretos e indiretos.

Ente os fatores responsáveis pela ascensão e pela posição de liderança da citricultura brasileira na produção mundial, podem ser mencionados os seguintes: a) condições ecológicas apropriadas ao cultivo dos citros desde a Amazônia até o Estado do Rio Grande do Sul, possibilitando a instalação de pomares sem o uso obrigatório de irrigação, também implicando na disponibilidade de área, facilitando a expansão dos cultivos; b) as áreas produtoras mais importantes estão próximas a capitais de estados, aproveitando a infra-estrutura já existente, como energia elétrica, rodovias pavimentadas, portos marítimos e diversos meios de comunicação; c) acervo satisfatório de tecnologias geradas principalmente pelo Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo, pioneiro em pesquisas com citros, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por companhias estatais de pesquisa, desenvolvimento e extensão rural, universidades e setor privado, com destaque, no tocante a este último, para o Fundo de Desenvolvimento da Citricultura (Fundecitrus); e d) presença de citricultores capazes e empreendedores, comprometidos com as políticas de desenvolvimento do País.

Outros fatores indiretos relacionados ao mercado poderiam ser considerados importantes, a exemplo da crise da indústria do café (*Coffea arabica* L.) durante os anos de 1920, que induziu os citricultores, especialmente os do Estado de São Paulo, a diversificar seus cultivos, assim como as geadas sucessivas que aconteceram na Flórida, principalmente nos anos de 1980, que intensificaram tremendamente as exportações brasileiras de suco concentrado congelado de laranja, estimulando a estruturação de um parque industrial com elevada condição de competitividade. Todas essas condições favoráveis, apoiadas pelos mercados externo e interno, com alta capacidade de consumo, fizeram do Brasil o líder mundial na produção e na exportação de cítricos (Tabelas 2 e 3).

Fatores limitantes ao crescimento

Os principais gargalos à sustentabilidade da citricultura nacional têm sido os seguintes:

a) Apesar da existência de citricultores dotados de bom preparo tecnológico e comercial, ainda é expressiva a desorganização de muitos produtores, mais preocupados com seus próprios interesses, o que os tornam mais vulneráveis, sobretudo na comercialização dos produtos.

Tabela 2. Área colhida, produção e rendimento de citros dos dez países maiores produtores mundiais, em 2005.

País	Área colhida (1.000 ha)	Produção (1.000 t)	Rendimento (t/ha)
Brasil	920.67	20.184	21,92
China	1.679.99	15.166	9,05
Estados Unidos	378.95	10.409	27,46
México	498.83	6.672	13,76
Espanha	302.46	5.346	17,67
Índia	265.42	5.241	19,74
Irã	235.85	3.624	15,36
Itália	165.12	3.488	21,12
Argentina	146.38	3.035	20,73
Egito	141.19	2.795	19,79
Mundo	4.734,86	75.960	18,66

Fonte: FAO (2007).

Tabela 3. Produção e exportação de suco concentrado de laranja no mundo, 2005.

País	Produção		Exportação	
	tonelada	%	tonelada	%
Brasil	1,4 milhão	59	1,37 milhão	83
EUA	709 mil	30	75 mil	5
Espanha	46 mil	2	102 mil	6
Itália	48 mil	2	17 mil	1
México	42 mil	2	37 mil	2
Israel	42 mil	2	33 mil	2
Outros	78 mil	3	22 mil	1

Fonte: Neves et. al (2006).

b) Concentração da produção no grupo das laranjas-doces, que tem 88,5% da preferência, em detrimento das tangerinas (*C. reticulata*) e limões [*C. limon* (L.) Burm. f.]/limas ácidas [*C. latifolia* Blanco (Yu. Tanaka) Tanaka], com apenas 6,1 % e 5,1 %, respectivamente (Tabela 4). Essa concentração deve-se à oferta excessiva de laranja para processamento de suco.

c) Predominância da combinação laranjeira-pêra (*C. sinensis*) sobre limoeiro-cravo (*C. limonia* Osbeck), reduzindo a oferta diversificada de frutas ao

Tabela 4. Distribuição (%) de grupos de espécies dos países maiores produtores mundiais de citros, em 2005.

País	Laranja	Tangerina	Limão/Lima	Pomelo
Brasil	88,5	6,1	5,1	0,3
Estados Unidos	80,6	2,9	7,6	8,9
China	17,8	75,1	4,2	2,9
México	61,6	6,0	27,1	5,3
Espanha	42,9	39,7	16,8	0,6
Índia	66,2	-	30,9	2,9
Irã	62,2	19,4	16,9	1,5
Itália	64,8	17,7	17,3	0,2
Egito	64,0	23,8	12,1	0,1
Argentina	26,1	21,7	45,9	6,3

Fonte: FAO (2007)

mercado e, sobretudo, tornando a citricultura vulnerável a doenças – estima-se que existam mais de 150 milhões de plantas com essa combinação.

d) Ausência de políticas efetivas no controle da produção de mudas e circulação de material propagativo e frutos no território nacional, com exceção do Estado de São Paulo.

e) Grande diversidade de doenças, principalmente viróticas e bacterianas, principais ameaças à citricultura brasileira, pelo considerável poder destrutivo, causando perdas irreparáveis, sobretudo, quando transmissíveis por insetos vetores (Fig. 1). Estima-se que em São Paulo despenda-se, anualmente, mais de R\$ 1 bilhão com a substituição de plantas e uso de defensivos.

Tomada de decisões e perspectivas

Inúmeras decisões devem ser tomadas no sentido de acelerar e dar maior sustentabilidade ao crescimento da citricultura nacional, algumas das quais são apresentadas a seguir:

a) Proceder ao zoneamento agroecológico da citricultura no País, promovendo a regionalização dos cultivos (desconcentrando a produção e distribuindo riquezas), privilegiando, especialmente, áreas com potencial para produção de frutas para mesa.



Fig. 1. Doenças transmitidas por insetos vetores, como o *greening*, limitaram fortemente o crescimento da citricultura brasileira.

- b) Promover a certificação de mudas e a diversificação de cultivares, copas e porta-enxertos.
- c) Organizar a produção, estimulando o cultivo orgânico.
- d) Privilegiar a citricultura familiar (os citricultores brasileiros, em sua maioria, são minifundiários).
- e) Aproximar os programas de pesquisa e desenvolvimento em citricultura, em âmbito nacional.

Principais tecnologias geradas e introduzidas

O IAC, já no fim do século 19, publicava resultados de pesquisa com citros, destacando-se como entidade pioneira e líder na geração de tecnologias para o cultivo dos citros no Brasil. A seguir, são listadas as principais tecnologias geradas e aplicadas à citricultura brasileira, analisadas sob o prisma fitotécnico:

- a) Seleção de porta-enxertos resistentes ao vírus da tristeza-dos-citros (*Citrus tristeza virus*, VTC) feita pelo IAC. A história da citricultura brasileira pode ser dividida em “antes e depois da tristeza”, tal foi o impacto da sua ocorrência, em 1937, quando mais de 10 milhões de plantas enxertadas sobre a laranjeira-azedada (*C. aurantium* L.) morreram, o que significou 70 % das plantas cultivadas naquela época.

b) Obtenção de clones nucleares das cultivares comerciais, feita pelo IAC nos anos de 1930 e pelo Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Leste (Ipeal), órgão que antecedeu a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, que permitiu o uso de novos porta-enxertos portadores de viróides e ensejou o Programa de Registro de Matrizes Sadias no Estado de São Paulo na década de 1960. Dessa iniciativa resultou um vigoroso programa de produção de mudas sob telado (Fig. 2), talvez o mais moderno no mundo. A base da citricultura nas regiões Nordeste e Norte do País provém do trabalho iniciado pelo Ipeal na década de 1960.

c) Adensamento de plantio, aumentando o número de plantas de 200 para 400 por hectare. Ensaio conduzidos nessas instituições fizeram com que os espaçamentos utilizados no País passassem de cerca de 7,0 m x 7,0 m, para 6,0 m x 4,0 m. Com o uso de porta-enxertos ananizantes, a exemplo da seleção Flying Dragon de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., a tendência é diminuir o espaçamento das plantas cítricas, o que é estratégico se considerada a participação do pequeno agricultor na produção brasileira de citros.

Foto: Orlando de Sampaio Passos



Fig. 2. Produção de mudas cítricas sob telados modernos contribuiu para evitar a transmissão do *greening* por insetos sugadores.

Referências

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 16 ago. 2007.

MACHADO, M. **Diagnóstico de P&D**. 31 p. s/d.

NEVES, M. F.; LOPES, F. F.; TROMBIN, V. G. ; AMARO, A. A.; NEVES, E. M.; JANK, M. S. **Caminhos para a citricultura**: uma agenda para manter a liderança mundial. São Paulo: Atlas, 2007. 110 p. (Prefácio de João Sampaio).

PASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; ALMEIDA C. O.; SOUZA, J. S. Oportunidade e ameaças à citricultura do Nordeste brasileiro. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 7, p. 52-54, 2002.

PASSOS, O. S.; ALMEIDA, C. O. Tendência da Citricultura Brasileira e Mundial. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RS. 14., 2007, **Anais...** São Sebastião do Caí, Rio Grande do Sul: UFRGS, Emater/RS, Fepagro, Prefeitura Municipal de São Sebastião do Caí, Rio Grande do Sul, 2007. 1 CD-ROM.

Capítulo 8

O desenvolvimento do coco no Brasil

Wilson Menezes Aragão
Edson Eduardo Melo Passos

Origem e importância econômica

O gênero *Cocos* é formado apenas pela espécie *Cocos nucifera* L., a qual é constituída por diferentes variedades, sendo a ‘Nana’ (coqueiro-anão) e a ‘Typica’ (coqueiro-gigante) as mais utilizadas comercialmente. Do cruzamento entre essas variedades se obtêm os híbridos intervarietais, muito demandados atualmente pelos principais países produtores de coco por ser uma cultivar de ampla utilidade comercial, podendo ser empregada para a produção de água de coco e de fibras e, principalmente, a produção de polpa ou albúmen sólido, copra (albúmen sólido desidratado a 6 % de umidade) e óleo. A grande dificuldade em curto e em médio prazos é a baixa disponibilidade de sementes híbridas no mercado para implantação de extensas áreas com essa cultivar. Por um lado, isso se deve ao desconhecimento, em geral, das instituições públicas e privadas ligadas a culturas do coqueiro sobre a tecnologia para produção de sementes híbridas e, por outro, à existência, no Brasil, de poucos campos de matrizes implantados tecnicamente de forma correta. Além disso, o emprego de tecnologias com a exploração dos Anões e híbridos é, ainda, muito incipiente e limitado a poucos programas governamentais e da iniciativa privada.

O plantio brasileiro atual de coqueiro é formado por 70 % do coqueiro-gigante, 20 % do coqueiro-anão e 10 % do híbrido Anão x Gigante, principalmente os PBs 121 (Anão-amarelo da Malásia x Gigante do oeste africano), 111 (Anão-vermelho de Camarões x Gigante do oeste africano) e 141 (Anão-verde x Gigante do oeste africano) procedentes da Costa do Marfim e os híbridos BRS 001 (Anão-verde do Brasil de Jiqui x Gigante do Brasil da Praia do Forte), 002 (Anão-amarelo do Brasil de Gramame x Gigante do Brasil da Praia do

Forte) e 003 (Anão-vermelho do Brasil de Gramame x Gigante do Brasil da Praia do Forte), desenvolvidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (Fig. 1).



Foto: Wilson Menezes Aragão

Fig. 1. Coqueiro híbrido BRS 003 (Anão-vermelho do Brasil de Gramame x Gigante do Brasil da Praia do Forte) desenvolvido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros.

A cultura do coqueiro tem importância social muito grande pelos empregos que gera e, principalmente, porque é cultivada, na sua maioria, por pequenos agricultores, em pequenas propriedades dotadas de solos arenosos com baixa fertilidade natural. Atualmente, segundo Persley (1992), 96 % da produção mundial de coco são provenientes de propriedades com 0,5 ha a 5,0 ha, envolvendo 50 milhões de pessoas. No Brasil, estima-se que 500 mil pessoas estão ligadas, direta e indiretamente, à cultura, ocupando uma área em torno de 281 mil hectares, distribuída em cerca de 220 mil propriedades, 85 % das quais, segundo Aragão (2002), inferiores a 10 ha. Essa área era de 166 mil hectares, em 1985 (CUENCA, 1997), dos quais em torno de 90 % ocorrem na Região Nordeste e o restante nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste do País.

Os principais países produtores de coco, segundo a FAO (2003), são Filipinas (13 milhões de toneladas), Indonésia (13 milhões de toneladas) e Índia (9 milhões de toneladas). A produção no Brasil evoluiu de 254 mil toneladas, no início da década de 1970, para 2.695.200 t (FAO, 2003), fazendo do País o quarto maior produtor mundial, apesar de representar apenas 5,35 % dessa produção.

Fatores limitantes e perspectivas

No programa de fomento à cultura do coqueiro no Brasil, deve ser básico o emprego de cultivares melhoradas para os diversos objetivos da exploração,

como o aumento da produtividade e da qualidade do fruto, do albúmen sólido e da água de coco, tolerância ou resistência a pragas e a estresses ambientais, dentre outros. Além disso, é importante o aspecto tecnológico no que se refere ao emprego de sementes certificadas, a propagação das cultivares melhoradas por meio de cultura de tecidos, as práticas de adubação correta e sistemática baseadas na análise foliar, a irrigação por microaspersão ou por gotejamento, na época seca do ano, e com lâmina de água de acordo com a idade da cultura e o manejo adequado. Também se faz necessário um programa sistemático e contínuo de assistência técnica e creditício, visando à implantação e à manutenção da cultura, com longo período de carência e de pagamento, para atender às necessidades dos produtores ante as características da espécie. Com a exploração racional e tecnicada do coqueiro, pode-se, no mínimo, quadruplicar ou quintuplicar a produtividade nacional de coco e assim atender a sua demanda, além de permitir até a exportação de coco-verde para consumo de água de coco.

O litoral do Nordeste do Brasil apresenta condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do coqueiro por apresentar clima quente sem grandes variações de temperatura, radiação solar e umidade atmosférica dentro dos limites mais favoráveis a essa planta. Embora a pluviosidade anual seja satisfatória, a sua irregularidade nos meses de outubro a março, com precipitação abaixo de 50 mm/mês, a irregularidade na distribuição das chuvas, com pluviosidade abaixo de 50 mm/mês entre os meses de novembro e fevereiro provocam estresse hídrico na planta, com redução na frutificação e qualidade do fruto. No entanto, a proximidade do lençol freático nessa região permite que as raízes do coqueiro atinjam esse lençol, minimizando os efeitos do período de estiagem. Por essas razões, mais de 90 % do coqueiral existente no litoral do Nordeste do Brasil era Gigante, por sua rusticidade, e cultivado de forma extrativista por pequenos produtores, obtendo baixa produtividade, em torno de 20 frutos/planta.ano a 30 frutos/planta.ano (IBGE, 2006). Entretanto, é um material tardio, iniciando o florescimento entre 5 a 7 anos de idade e com produção média de 60 frutos/planta.ano a 80 frutos/planta.ano, em condições ecológicas ideais, inferior à produção de frutos do coqueiro-anão e do híbrido. O coqueiro-gigante apresenta porte elevado, chegando a 35 m de altura na idade adulta. Apesar disso, o albúmen sólido seco do coqueiro-gigante é rico em óleo, cujo teor varia de 63,05 % no ‘Gigante de Rennell’ a 72,66 % no ‘Gigante de Tonga’ (TAVARES et al., 1996). Atualmente, o coqueiro-gigante é muito empregado in natura para uso culinário (na produção de doces, bolos) bem como na agroindústria de alimentos como leite de coco, farinha de coco, entre outras.

Nos últimos 10 anos, com a crescente demanda do coco-verde para o consumo da água, ocorreu um processo de expansão da área plantada, principalmente

com ‘Anão-verde’ (Fig. 2), por ser mais produtivo e possuir frutos com água (albúmen líquido) de qualidade sensorial superior a outros materiais. Embora ‘Anão-verde’ seja mais sensível às adversidades ambientais e os novos plantios com coqueiro-anão estejam em áreas mais afastadas do mar, onde o lençol freático não é atingido pelas raízes, esses plantios ocorreram de forma empresarial, em áreas irrigadas com alta tecnologia, obtendo-se grandes produções de até 200 frutos/planta.ano.

Foto: Wilson Menezes Aragão



Fig. 2. Coqueiro ‘Anão verde do Brasil de Jiqui’, próprio para consumo da água, com produção de até 200 frutos/planta.ano.

No Brasil, atualmente, o coqueiro ‘Anão verde do Brasil de Jiqui’ é basicamente utilizado para o consumo da água, com produção média em torno de 300 mL/fruto (Fig. 2). A água atinge o volume máximo nos frutos entre 6 meses de idade (‘Anão vermelho de Camarões’) e 8 meses de idade (‘Anão verde do Brasil de Jiqui’). É nesse período que os teores de frutose (2,0 g/100 g a 3,25 g/100 g), glicose (1,95 g/100 g a 2,96 g/100 g) e o grau brix (em torno de 6,0) são mais elevados e, conseqüentemente, o sabor da água é mais doce, enquanto o teor de gordura é baixo, devendo ser utilizada tanto para consumo in natura quanto para o agroindustrial (ARAGÃO et al., 2003). Também o teor de potássio na água do coco colhido nessa idade é alto, atingindo valores de 179 mg/100 g a 195 mg/100 g (ARAGÃO et al., 2003). Adicionalmente, a água de coco de frutos colhidos aos 6 meses pode ser considerada uma boa fonte de vitamina C, principalmente do ‘Anão vermelho da Malásia’ (94,3 mg/100 g) e do ‘Anão amarelo do Brasil de Gramame’ (91,4 mg/100 g) (TAVARES et al., 1996).

Nos demais países produtores de coco, o coqueiro-anão é empregado basicamente nos programas de hibridação intervarietal Anão x Gigante e para fins ornamentais. Entretanto, o coqueiro-anão, independentemente do genótipo, apresenta variabilidade genética para produção de polpa entre 350 g a 450 g,

exigências tanto culinárias quanto das agroindústrias de alimentos. Nesse contexto, esse material genético, além de se tornar de maior utilidade comercial, poderá constituir alternativa promissora para os diversos sistemas de produção de coco, aumentando, por um lado, a sua produção e melhorando a renda do produtor e, por outro, maximizando a exploração agroindustrial de coco no País (ARAGÃO et al., 2003).

Também, ao contrário do coqueiro-gigante e dos híbridos, os teores de óleo na polpa dos anões-amarelos e anões-vermelhos são baixos, variando de 19,84 g/100 g no ‘Anão-amarelo do Brasil de Gramame’ a 32,13 g/100 g no ‘Anão-vermelho da Malásia’ (ARAGÃO et al., 2004). Esses resultados indicam que essa polpa deve ser preferida como matéria-prima tanto no uso culinário quanto para a confecção agroindustrial de alimentos light, à base de coco, com baixos teores de gordura. Também os teores de ácido láurico na polpa dos ‘Anões vermelhos de Camarões’ (54,2 g/100 g) e ‘Anões-vermelhos da Malásia’ (54,6 g/100 g) são superiores não só aos teores dos demais coqueiros-anões, mas também aos observados por Tavares et al. (1996) em nove acessos de coqueiro-gigante (variou de 49,6 %, no GNH, a 54,1 %, no GRT) e nos híbridos PB 121 (48,4 %) e PB 111 (52,9 %).

Os coqueiros híbridos intervarietais florescem em média com 3 anos de idade e apresentam porte intermediário em relação aos genitores Anão e Gigante. A produção média de frutos, polpa e água de coco, é de 130 frutos/planta.ano, 400 g/fruto e 500 ml/fruto, respectivamente (ARAGÃO et al., 2004). Essa produção de fruto pode redundar em uma produtividade de copra em torno de 4 mil kg/ha.ano. Os híbridos cultivados em condições ecológicas favoráveis podem produzir entre 6 t/ha e 6,5 t/ha de copra (PERSLEY, 1992), com teor de óleo no PB 121 de 65,24 % e no PB 111 de 66,78 % (TAVARES et al., 1996). Esses híbridos, segundo Fontes e Wanderley (2006), podem apresentar produção superior a 2 mil kg/ha de óleo de boa qualidade, sendo superada apenas pela cultura do dendê, que pode produzir até 5 mil kg/ha de óleo. Assim, a cultura do coqueiro tem grande potencial para ser usada também no programa biodiesel.

Sob condições de estresse hídrico, o coqueiro-gigante apresenta eficiente controle da transpiração por meio da regulação da abertura estomática, mantendo seu estado hídrico satisfatório (PRADO et al., 2001), o que não acontece com os coqueiros-anões (PASSOS et al., 1999; PASSOS et al., 2005), tornando-os mais susceptíveis às condições de deficiência hídrica.

Estudos conduzidos por Passos et al. (1999) com diferentes cultivares de coqueiro-anão, nas condições litorâneas do Nordeste do Brasil, mostraram que o ‘Anão-vermelho da Malásia’ apresentou elevada atividade fotossintética, sem controle eficiente da transpiração, sendo mais apropriado para o cultivo sob condições de alta tecnologia, em que a irrigação está presente no seu

manejo. Por outro lado, o ‘Anão-verde do Brasil de Jiqui’ foi mais eficiente no controle da transpiração e, mesmo com menores valores de fotossíntese, apresentou maior eficiência no uso da água, sendo mais produtivo sob condições de estresse hídrico. O ‘Anão-amarelo da Malásia’ teve comportamento intermediário em relação ao ‘Anão-vermelho da Malásia’ e ao ‘Anão-verde do Brasil de Jiqui’ Esses resultados foram confirmados em outras condições edafoclimáticas, por meio de experimentos conduzidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros no Semi-Árido de Pernambuco, nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe e em regiões de Cerrado no Estado de São Paulo.

Referências

- ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S. da; SANTOS, H. C. A. C.; PEDROSO, G. T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 14, n. 3, p. 151-158, 2004.
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. de O.; TAVARES, M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. de A.; PIMENTEL, S. A.; TAKEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos de coqueiro-anão em diferentes idades de maturação. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 159-67, 2003.
- CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil** Embrapa – SPI, Aracaju: CPATC: 1997. p. 17-54.
- FAO. World Production. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collection?subset=agriculture>>. Acesso em: 23 set. 2003.
- FERREIRA, J. M. S. **Seleção de cultivares resistentes e/ou tolerantes à queima das folhas e lixas pequena e grande do coqueiro** Relatório. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. (Embrapa Programa 17 – Fruticultura. Subprojeto 172002455-03).
- FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 16 p (Documentos, 94).
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola** Rio de Janeiro: Sistema IBGE de recuperação automática. Sidra. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: ago. 2006.
- LEAL, E. C. **Seleção de cultivares resistentes e/ou tolerantes à queima das folhas e lixas pequena e grande do coqueiro**. Relatório. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. (Embrapa Programa 17 – Fruticultura. Subprojeto 172002455-03).
- LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M. **Seleção de cultivares de coqueiro com menorporte**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 2 p (Comunicado Técnico).
- PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A.; LEAL, M. L. S. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro-anão. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 11, n. 3, p. 147-152, 1999.
- PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro cultivares de coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.

PRADO, C. H. B. A.; PASSOS, E. E. M.; MORAES, J. A. P. V. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal of Botany**, v. 67, p.169-176, 2001.

PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life**: Towards an International Agenda for Coconut Palm Research. Wallingard: Cabiaccar, 1992. 156 p.

TAVARES, M.; MELLO, M. R. P.; RODRIGUES, R. S. M.; Campos, N. C. Estudo das características físicas e químicas de coco ralado comercializado a varejo e de coco in natura com relação aos parâmetros legais vigentes. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 56, n. 1, p. 105-112, 1996.

Capítulo 9

Goiaba: antecedentes, progressos e perspectivas

Fernando Mendes Pereira

Origem e importância econômica

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), planta da família Myrtaceae, tem origem americana. Embora a exata localização permaneça obscura, é possível supor que a goiabeira tenha sido originada na região compreendida entre o México e o Brasil. Sua grande variabilidade genética associada à ótima capacidade de adaptação a diferentes climas e solos e à facilidade de multiplicação por sementes, permitiu à goiabeira expandir-se, especialmente pelas mãos dos navegadores espanhóis e portugueses, por todas as regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre.

As estatísticas mundiais disponíveis, embora poucas e incompletas, apresentam Índia, Brasil, México, Malásia, Equador, Tailândia, Colômbia, Paquistão, Egito, Venezuela, Estados Unidos da América, África do Sul e Austrália como os mais importantes produtores mundiais, com destaque aos três primeiros.

No Brasil, a produção, em 2004, foi superior a 400 mil toneladas, concentrando-se nos estados de Pernambuco, São Paulo e Bahia (Tabela 1). No entanto, a ocorrência e a rápida disseminação do nematóide *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann no Vale do Rio São Francisco causaram a redução de até 50 % de área de produção em Pernambuco. Assim, o Estado de São Paulo,

Tabela 1. Produção de goiaba no Brasil, por região e estado, entre 1997 e 2004.

Região	Ano/Produção de goiaba (t)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Norte	589	466	2.185	2.163	1.333	3.364	3.191	2.333
Rondônia	-	-	141	176	36	307	347	559
Acre	-	-	-	-	-	-	-	-
Amazonas	478	430	410	410	47	47	49	61
Roraima	-	-	-	-	-	-	-	-
Pará	111	-	1.576	1.534	1.050	2.725	2.500	1.377
Amapá	-	36	58	43	200	160	170	106
Tocantins	-	-	-	-	-	125	125	230
Nordeste	56.385	37.328	31.165	80.737	110.620	140.800	155.078	216.445
Maranhão	-	-	-	-	6	-	-	40
Piauí	58	17	17	285	228	319	414	631
Ceará	1.351	1.488	1.940	2.204	2.001	2.409	3.523	4.684
Rio Grande do Norte	949	832	780	938	720	2.364	2.528	2.898
Paraíba	4.149	2.533	2.478	2.910	2.718	4706	4.922	5.061
Pernambuco	43.428	26.531	20.649	66.585	84.077	104.771	109.246	168.042
Alagoas	-	-	-	7	28	233	242	216
Sergipe	890	869	751	1.295	922	646	536	536
Bahia	5.560	5.058	4.550	6.513	19.920	25.352	33.667	34.337

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Região	Ano/Produção de goiaba (t)							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Sudeste	183.131	188.271	171.337	226.688	35.108	135.381	132.564	145.262
Minas Gerais	3.717	4.252	3.434	3.614	3.921	4.879	4.890	9.117
Espírito Santo	745	3.698	5.914	5.975	8.152	8.405	6.900	6.544
Rio de Janeiro	4.706	5.005	5.018	7.309	8.608	10.492	10.894	9.319
São Paulo	173.963	175.316	156.971	209.790	114.427	111.605	109.880	120.282
Sul	17.790	15.086	14.722	14.935	8.038	12.176	13.164	12.375
Paraná	3.458	3.353	3.474	5.660	2.309	5.900	6.428	5.747
Santa Catarina	331	381	392	375	112	70	63	51
Rio Grande do Sul	14.001	11.352	10.856	8.900	5.617	6.206	6.673	6.577
Centro-Oeste	14.977	15.464	20.882	28.317	26.003	29.406	24.750	31.868
Mato Grosso do Sul	1.207	565	559	190	194	206	150	194
Mato Grosso	-	4	108	-	-	-	-	59
Goiás	9.043	7.845	13.031	21.050	19.135	22.529	17.420	23.385
Distrito Federal	4.727	7.050	7.184	7.077	6.674	6.671	7.180	8.230
Brasil	272.872	256.615	240.291	352.840	281.102	321.127	328.747	408.283

Fonte: Agriflural (2007).

com produção superior a 120 mil toneladas por ano em 5,2 mil hectares, destaca-se como o principal produtor brasileiro.

A goiaba, chamada nos Estados Unidos da América de “superfruta”, tem seu consumo difundido em todas as camadas sociais, desde as mais abastadas até as de menor poder aquisitivo, contribuindo eficazmente para a nutrição humana. É fruta muito rica em cálcio, ferro e fósforo. Apresenta elevados teores de vitaminas C e A. Recentes pesquisas demonstraram ser as goiabas-vermelhas riquíssimas em licopeno, antioxidante, que impede a ação de radicais livres, prevenindo a ocorrência de câncer de próstata.

Cerca de 45 % das goiabas produzidas no Brasil são consumidas como fruta fresca. As possibilidades de aumento no consumo de goiaba como fruta fresca são muito boas tanto no mercado interno como no exterior, em que começa a ser conhecida graças aos trabalhos de divulgação em feiras e exposições. As goiabas de polpa vermelha, de sabor agradável, ótima aparência, sem aroma agressivo, alto valor nutritivo e, evidentemente, ricas em licopeno, tendem a consolidar-se como fruta de excelência.

A tão apreciada goiabada, produzida desde tempos remotos, apenas despertou interesse comercial com o declínio da cultura do marmeleiro no Brasil (anos de 1950), ocasião em que substituiu a então famosa marmelada.

Atualmente, a goiaba é oferecida em amplas formas industriais como: suco, purê, polpa, néctar, compota, geléia, sorvete, molhos e, evidentemente, goiabada. As possibilidades de crescimento de produtos industrializados de goiaba, tanto no mercado interno como para exportação, especialmente, sucos, néctares e polpas, são imensas. A produção equivalente em polpa integral de goiaba para a produção de doces no mercado interno é estimada em 150 mil toneladas por ano. A produção de polpa industrial de sucos prontos para beber e de néctares está por volta de 27 mil toneladas por ano. A demanda do mercado externo está estimada em 50 mil toneladas por ano. O crescimento das exportações e das vendas no mercado interno nos últimos anos evidencia a grande possibilidade de sucesso dos derivados industriais da goiaba.

Fatores contributivos, limitantes e perspectivas

Embora a goiabeira se desenvolva em praticamente todo o território nacional, seus frutos, conhecidos por grande parte da população brasileira, apenas se tornaram comerciais com a seleção de cultivares, avanços nas técnicas de propagação, melhorias nos tratamentos culturais e fitossanitários e comercialização dos frutos.

Seleções de cultivares realizados por produtores brasileiros de origem japonesa, como Kumagai (branca) e Pedro Sato (vermelha) foram decisivas para o estabelecimento de pomares comerciais de goiabas para mesa. A propagação vegetativa (enxertia) dessas cultivares, assim como as técnicas de poda, irrigação e ensacamento dos frutos, bem como os sistemas de classificação e embalagem dos frutos, foram fundamentais para o sucesso comercial do cultivo de goiabas para mesa.

A evolução da produção e a melhoria da qualidade dos produtos industrializados devem-se inicialmente à melhoria da qualidade da goiaba oferecida ao processamento.

A cultivar Paluma (Fig. 1), que representa aproximadamente 70 % da produção das goiabas destinadas à industrialização e, mais recentemente, a cultivar Século XXI, resultaram do projeto de melhoramento genético da goiabeira da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), campus de Jaboticabal, e foram, graças à alta produtividade e qualidade dos frutos, responsáveis pelo sucesso dessa atividade comercial.

Foto: Fernando Mendes Pereira



Fig. 1. A goiaba 'Paluma', desenvolvida pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp) tem contribuído de forma significativa para o agronegócio da goiaba no Brasil.

A evolução das técnicas de propagação vegetativa por meio da estaquia herbácea, substituindo a propagação seminífera e propiciando a implantação de pomares uniformes de alta produtividade também merece destaque.

Evidentemente, os avanços nas técnicas de cultivo (poda, irrigação, adubação e controle de ervas daninhas) e tratos fitossanitários, assim como a modernização das plantas industriais refletiram, muito positivamente, na melhoria de qualidade dos produtos processados de goiaba.

Sob o ponto de vista institucional, o apoio das universidades públicas, das instituições de pesquisa e das fundações de apoio à pesquisa, especialmente a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), foram fundamentais para o desenvolvimento das inovações tecnológicas descritas. O apoio da Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex), conjuntamente com o Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf), na divulgação da goiaba e seus derivados tem sido importante para a exportação, pois tem tornado conhecida essa fruta no exterior por meio da divulgação em feiras e exposições.

No mercado interno, os substanciais acréscimos no consumo de frutas frescas, sucos e néctares é fruto dos trabalhos de divulgação feitos por empresas públicas e privadas que ressaltam a qualidade e o valor nutritivo da goiaba. Organizações, como o Ibraf, a Associação Brasileira dos Produtores de Goiaba (Goiabrás) e empresas comerciais produtoras e distribuidoras de goiabas e seus derivados (Val Frutas, Suco Mais, Sucos Del Vale, etc.) têm investido na divulgação da fruta.

São indispensáveis, não apenas para a manutenção das áreas atuais em produção, mas também à expansão do cultivo da goiabeira, projetos que conduzam a uma solução definitiva no controle do nematóide *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann, um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento dessa fruteira no Brasil. A obtenção de porta-enxerto ou de cultivar resistente é o mais interessante caminho a ser seguido. Bons projetos, entre esses a Produção Integrada de Frutas (PIF) o PIF-Goiaba, têm possibilitado o desenvolvimento de tecnologia para a redução do uso de agrotóxicos nos pomares de goiaba. Entretanto, algumas vezes, o uso de fungicidas e inseticidas é indispensável para a condução agronomicamente correta dos pomares. O problema a ser solucionado é a regulamentação de produtos indispensáveis à aplicação na cultura de goiabeira, pois poucos são os registrados para uso em pomares de goiabeira. Os produtores aguardam providências do Ministério da Agricultura Pecuária Abastecimento (Mapa).

O consumo de goiaba e seus produtos industrializados vem crescendo satisfatoriamente no Brasil, porém, campanhas que divulgam o grande valor nutritivo da fruta, especialmente ao público jovem (merenda escolar, por exemplo) pode garantir o futuro desses empreendimentos.

Portanto, a exportação de goiabas como frutas frescas, com pouco mais de 117 t em 2006 (Tabela 2), e seus produtos industrializados já com aceitável crescimento podem e devem ter o Brasil como país líder seguido pela África do Sul, desde que projetos de divulgação sejam convenientemente conduzidos.

Tabela 2. Volume (kg) de exportação brasileira de goiaba em 2006, valor da exportação e respectivos países de destino.

País	Valor (US\$ FOB)	Volume (kg)
França	124.244	69.941
Países Baixos (Holanda)	26.608	17.125
Portugal	11.553	11.055
Espanha	7.539	6.323
Reino Unido	6.041	3.030
Alemanha	5.374	3.744
Canadá	4.455	4.632
Estados Unidos	3.732	1.126
Itália	872	429
Argentina	174	30
Total	190.592	117.435

Fonte: Secex/Datafruta/Ibraf (2007).

Literatura recomendada

AGRIANUAL. 2007. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2007. p.340-344.

GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina, PE: Embrapa-CPATSA, 1990. 26 p (Circular Técnica, 23).

CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. T. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27,,S. 5186, 2002. Suplemento.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. **Tecnologias para produção de goiaba Incaper** Vitória-ES, 2003. 341 p.

FERNANDES, M. S. Exportação de Sucos de Frutas Tropicais Workshop Alcue – Food 2005. **Ibraf**, 2005.

FERREIRA FILHO, N. C.; SANTOS, J. M. dos; SILVEIRA, S. F. da. Caracterização morfológica e bioquímica de uma nova espécie de *Meloidogyne* parasita da goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 121, 2000.

GAONA, E. G.; RAMIRES, S. P.; MURO, L. R.; CRUZ, M. P.; VILLAGRANA, F. E. **Guayaba**: su cultivo en México INI forestes, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón, Aguascalientes, México, 2002.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Goiaba para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 49 p. (Série Publicações Técnicas Frupep, 5).

GONZAGA NETO, L. (Ed.). **Goiaba**: produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 72 p. (Frutas do Brasil, 17).

GOIABRÁS. Associação Brasileira de Produtores de Goiaba. **Guava News**, Brotas-SP., n. 1, 2003. 8 p.

- GOIABRÁS. Associação Brasileira de Produtores de Goiaba. **Guava News**, Brotas-SP, n. 2, 2004. 8 p.
- GUIMARÃES, L. M. P.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27, p. 190, 2002. Suplemento.
- JACOBINO A. P.; SIGRIST J. M. M.; SARANTÓPOLOS; C. I. G. de L.; MINAMI, K. KLUGE, R. D. Embalagens para conservação refrigerada de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 1, p. 50-54, 2001.
- KAVATI, R. Produção integrada de Goiaba. In: REUNIÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 2002, Brasília. **Anais...** Brasília: Mapa/CNPq, 2002. CD-ROM.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Goiaba. In: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura Tropical**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.
- MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 277-281, 2001a.
- MONTEIRO, S. Fruta para beber. Frutas e Derivados. **Ibraf**, v. 1, n. 1, abr. 2006. p. 28-31.
- MONTEIRO, S. Espinho da Fruta. Frutas e Derivados. **Ibraf**, v. 1, n. 1, abr. 2006, p 36-39.
- MOREIRA, W. A.; BARBOSA, F. R.; MOURA, A. O de. Distribuição populacional de fitonematóides em goiabeira no Submédio São Francisco. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 125, 2001a.
- MOURA, R. M. de; MOURA, A. M. de, Meloidoginose da goiabeira: doença de alta severidade no estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 13-19, 1989.
- PEREIRA, B. Altos e baixos. Frutas e derivados. **Ibraf**, v. 1, n. 4, dez. 2006. p. 19-25.
- PEREIRA, F. M.; FRACARO, A. F. **Goiabeiras produzidas a partir de estacas herbáceas** 2003 Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Goiabeira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 267-289.
- PEREIRA, F. M. **Maior, mais doce, com mais polpa**: eis a goiaba “Século XXI”. 2003. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/noticias>. Acesso em: 13 nov. 2003.
- PEREIRA, F. M. **Cultura de goiabeira**. Jaboticabal, SP, 1995. 47 p.
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal, SP: Legis Summa, 1986. 42 p.
- PIZA JUNIOR, J. R. **A poda de goiabeira de mesa**. Campinas: Cati, 1994. 30 p (Boletim técnico, 222).

Capítulo 10

Evolução do agronegócio do mamão

Jorge Luiz Loyola Dantas
Alberto Duarte Vilarinhos
Eder Jorge de Oliveira

Origem e importância econômica

O mamoeiro é uma planta herbácea, tipicamente tropical, cujo centro de origem é, muito provavelmente, o noroeste da América do Sul – vertente oriental dos Andes ou, mais precisamente, a Bacia Amazônica Superior, onde se observa uma ampla diversidade genética.

A espécie *Carica papaya* L. produz o tipo de mamão mais cultivado comercialmente em todo o mundo, tendo sido descoberta pelos espanhóis no Panamá. Sua distribuição estende-se a 32° de latitude norte e sul, recebendo inúmeras denominações em distintas regiões: *papaya* (o fruto) e *papayo* (planta) em espanhol; *papaye* e *papayer*, em francês; *papaya*, *paw paw* ou *papaw*, em inglês; *Melonenbaum*, em alemão; *fruta bomba* e *lechosa* no Caribe; *papayo* e *mamon*, na Argentina, *papaya calentana*, *fruta bomba* e *arból de melón*, na Colômbia; *lechosa* e *papaya*, na Venezuela; *melón zapote* e *papaya cimarrona*, no México; mamão (o fruto) e mamoeiro (a planta), no Brasil.

O mamoeiro é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical, tendo-se tornado, já no início do século 18, amplamente conhecido no Oriente, sendo agora largamente cultivado na Índia, Sri Lanka, Arquipélago Malaio e em muitos outros países asiáticos, nos países da América do Sul, América Central e Antilhas, bem como na África Tropical, Havaí e Austrália. Os usos são variados, seja como fruta fresca para abastecimento dos mercados locais e de exportação, ou como fonte de papaína, enzima proteolítica de ação semelhante à de pepsina e tripsina, empregada para os mais variados usos nas indústrias têxteis, de alimentos, de cosméticos e farmacêuticos.

A papaína é importante para o bom funcionamento do aparelho digestivo e a resina leitosa que produz serve como vermífugo. Além da papaína, também se extrai das folhas, frutos e sementes do mamoeiro, um alcalóide denominado carpaína, utilizado como ativador cardíaco. O mamão é também eficaz contra asma e diabete e tem propriedades laxativas e calmantes, além de ser purificador do sangue. Além disso, é rico em sais minerais, como cálcio, fósforo, ferro, sódio e potássio, constituindo excelente fonte de pró-vitamina A e de ácido ascórbico (vitamina C), este último aumenta com a maturação do fruto.

Como características principais do mamoeiro, destacam-se a grande densidade de plantas por hectare, a alta produtividade, seu rápido desenvolvimento e sua fácil propagação. Pode, ainda, produzir durante todo o ano. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar das vantagens inerentes ao cultivo, foi somente a partir de 1973, com a introdução do mamão 'Hava', 'Papaya' ou 'Mamão-da-Amazônia', que a cultura se expandiu no Brasil. Esse material do grupo Solo teve rápida aceitação pelos consumidores e, por apresentar características que se adaptam melhor às exigências do mercado internacional, abriu novo e importante mercado externo para o Brasil. Atualmente, há uma tendência de crescimento das exportações brasileiras de mamão, o que deverá assegurar a estabilidade e maior rentabilidade da cultura.

O mamão foi uma das frutas tropicais que mais cresceram nos anos 1990 em todo o mundo, graças às suas qualidades nutricionais e aos benefícios para a saúde. Mundialmente, a produção aumentou de 3,5 milhões de toneladas, em 1990, para 5 milhões de toneladas, em 1999 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2007).

Em 2005, a produção mundial de mamão foi de 6.472.464 t. Vale ressaltar que o Brasil foi o primeiro produtor, com participação de 24,32 % em relação ao volume total produzido (Tabela 1), embora seja apenas o terceiro maior exportador, depois do México e da Malásia. A evolução da produção, área colhida e rendimento do mamão no Brasil, no período de 1990 a 2005 (Tabela 2), mostram avanço de 144 % nesse período, perfazendo 1,573 milhão de toneladas, em 2005 (IBGE, 2007). A maior safra ocorreu em 2003, quando os produtores brasileiros colheram 1,714 milhão de toneladas. No ano seguinte, por sua vez, a produção recuou para 1,612 milhão de toneladas e, em 2005, ano dos últimos dados disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o volume ficou em 1,573 milhão de toneladas (Tabela 2). A área plantada acompanhou essa redução, declinando de 36.580 ha, em 2003, para 35.553 ha, em 2004 e para 33.210 ha, em 2005, cuja área colhida foi de 32.559 ha (Tabela 2). Os problemas climáticos verificados nas regiões produtoras e a desvalorização do dólar em relação ao real foram os responsáveis por esses ajustes.

Tabela 1. Produção mundial de mamão, por país, no ano de 2005.

País	Produção (t)	Área colhida (ha)	Rendimento (t/ha)
Brasil ⁽¹⁾	1.573.819 ⁽¹⁾	32.559	48,34
Nigéria	755.000	91.000	8,30
México	709.480	18.920	37,50
Índia	700.000	80.000	8,75
Indonésia	646650	24.040	26,90
Etiópia	230.000	11.000	20,91
Congo	215.980	12.500	17,28
Peru	171.060	13.650	12,53
China	160.000	5.800	27,59
Colômbia	137.660	5.570	24,70
Filipinas	132.000	9.000	14,67
Tailândia	131.000	11.000	11,91
Venezuela	118.060	6.710	17,59
Cuba	107.340	5.900	18,19
Outros	684.415	-	-
Mundo	6.472.464	-	-

⁽¹⁾ IBGE (2005).

Fonte: FAO (2007).

Tabela 2. Evolução da produção, área colhida e rendimento do mamão no Brasil, a cada 5 anos, no período entre 1990 e 2005.

Ano	Produção (t)	Área colhida (ha)	Rendimento (t/ha)
1990	642.581	16.012	40,13
1995	1.224.407	32.926	37,19
2000	1.693.779	40.202	42,13
2005	1.573.819	32.559	48,34

Fonte: IBGE (2007).

Atualmente, a Região Nordeste é responsável por 57,1 % da área plantada nacional, com 18,5 mil hectares e colheita anual de cerca de 880 mil toneladas. A seguir, posiciona-se o Sudeste, com 31,7 % da área plantada, perfazendo 10,5 mil hectares e 653 mil toneladas; em terceiro está o Norte, com 9,2 % dos

pomares, totalizando 3,06 mil hectares e 28,7 mil toneladas. As regiões Sul (1,2 % da área) e Centro-Oeste (com 0,8 %) respondem pelos 2,0 % restantes, colhendo, respectivamente, 4,25 mil toneladas em 397 ha e 8,56 mil toneladas em 250 ha (IBGE, 2007) (Tabela 3).

Até o ano de 1983, os estados do Pará e de São Paulo eram os principais produtores, com uma participação de 53,16 %. Porém, a necessidade de busca de novas áreas isentas de doenças, motivou o deslocamento da cultura para outras regiões, caracterizando-a como itinerante. Nos últimos anos, os principais estados produtores são Bahia, Espírito Santo, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pará (Tabela 4).

Tabela 3. Produção de mamão no Brasil, por região fisiográfica (1990-2005).

Ano	Região	Produção (t)	Área colhida (ha)	Rendimento (t/ha)
1990	Norte	63.656	2.262	28,14
	Nordeste	267.367	8.838	30,25
	Sudeste	289.841	4.117	70,40
	Sul	6.929	589	11,76
	Centro-Oeste	14.788	206	71,79
1995	Norte	80.396	2.926	27,47
	Nordeste	759.337	23.502	32,31
	Sudeste	367.431	5.832	63,00
	Sul	5.122	462	11,09
	Centro-Oeste	12.121	204	59,42
2000	Norte	79.682	3.222	24,73
	Nordeste	1.070.757	29.224	36,64
	Sudeste	525.456	6.965	75,44
	Sul	5.974	484	12,34
	Centro-Oeste	11.910	307	38,80
2005	Norte	28.713	2.878	9,98
	Nordeste	879.288	18.552	47,40
	Sudeste	653.015	10.484	62,29
	Sul	4.246	397	10,69
	Centro-Oeste	8.557	248	34,50

Fonte: IBGE (2007).

Tabela 4. Produção de mamão no Brasil, por estado, no ano de 2005.

Estado	Produção (t)	Área colhida (ha)	Rendimento (t/ha)
Bahia	726.991	13.475	53,95
Espírito Santo	629.236	9.517	66,12
Ceará	57.741	1.368	42,21
Rio Grande do Norte	33.773	1.519	22,23
Paraíba	30.937	929	33,30
Pará	16.909	1.027	16,46
Demais estados	78.232	4.724	16,56
Brasil	1.573.819	32.559	48,34

Fonte: IBGE (2007).

O mercado interno absorve mais de 99 % da produção de mamão. Entretanto, entre os frutos tropicais, o mamão encontra-se, atualmente, listado como um dos principais produtos na pauta de exportação do Brasil, com tendência de crescimento exponencial. Cumpre salientar que o crescimento nas exportações foi o principal fator que motivou a expansão da cultura no território nacional. No período de 1995 a 1999, as exportações da fruta aumentaram em 200 %, passando de 5,2 mil toneladas para 15,7 mil toneladas.

Fatores contributivos ao agronegócio do mamão

Por ser uma cultura que necessita de renovação dos pomares a cada 4 anos, no máximo, e produz o ano inteiro, é de grande relevância social, pois gera empregos e absorve mão-de-obra durante todo o ano.

O crescimento do agronegócio do mamão no Brasil, ao longo dos últimos 20 anos, tem sido favorecido por desenvolvimento tecnológico razoável, em grande parte impulsionado pelos esforços de Pesquisa & Desenvolvimento & Transferência de Tecnologia (P&D&TT) feitos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e seus parceiros no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, sejam institutos de pesquisa ou universidades, além das ações da iniciativa privada. Desde então, o volume de pesquisas em diferentes áreas com essa cultura vem trazendo contribuições substanciais para a cadeia produtiva da cultura, podendo ser destacadas as contribuições do melhoramento genético do mamoeiro, o sistema de Produção Integrada de Mamão, as normas de

classificação do produto, a implantação do *System Approach*, entre outras pesquisas, que serão abordadas a seguir.

Melhoramento genético

O melhoramento de plantas vem contribuindo para o desenvolvimento de novos genótipos, com melhor adaptação aos diferentes hábitos de consumo da fruta, bem como ao sistema de produção cada vez mais tecnificado. Nesse sentido, os programas de melhoramento genético vêm desenvolvendo ações de pesquisa que visam à obtenção, à seleção e à recomendação de cultivares, linhagens e híbridos de mamoeiro produtivos, tolerantes às principais doenças e pragas, e adaptados às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil.

Atualmente, o direcionamento das pesquisas nessa área é feito visando, sobretudo, ao atendimento dos problemas atuais da cultura. Com esse enfoque, é preciso destacar duas abordagens metodológicas, o melhoramento convencional e o uso da transgenia.

Melhoramento convencional

No melhoramento convencional, o melhorista utiliza a variabilidade genética natural para direcionar os cruzamentos e promover a recombinação entre os genes de modo que possa criar novas combinações genotípicas. A partir daí, são utilizados diversos métodos de melhoramento e abordagens da genética quantitativa, estatística e fitotecnia para a seleção das combinações mais favoráveis para o atendimento das demandas do mercado, principalmente quanto ao tipo e à qualidade dos frutos, levando-se em consideração as respectivas classes comerciais.

Os genótipos do grupo Solo, em sua maioria cultivares, são tradicionalmente exploradas em várias regiões do mundo, produzindo frutos preferidos no processo de exportação, pois a polpa é avermelhada, de tamanho pequeno e com peso variando de 300 g a 650 g. Os materiais do grupo Formosa, por sua vez, possuem polpa avermelhada e tamanho médio (1 mil a 1,3 mil g), sendo formado por híbridos comerciais que, em sua maioria, são importados. Contudo, atualmente, verifica-se um aumento no consumo de mamão do grupo Formosa tanto no mercado interno quanto no externo, onde se percebe um forte crescimento nas vendas para a Europa, Canadá e Estados Unidos da América.

Até o ano de 1997, os principais genótipos cultivados no Brasil eram o ‘Sunrise Solo’ o ‘Improved Sunrise Solo Line 72/12’ e o híbrido Tainung nº 1. Em seguida

surgiram o 'Golden' e o 'Taiwan'. Desses, os únicos que sofreram algum processo de seleção no País foram o 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' e o 'Golden'. O primeiro foi desenvolvido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), que promoveu diversas seleções para precocidade, menor altura de inserção das primeiras flores e maior resistência ao transporte e armazenamento. O 'Golden', por outro lado, foi obtido por seleção massal na área de produção da empresa Caliman Agrícola S.A., tendo como principal diferencial a casca verde-clara dos frutos, ainda no estágio verde, menor produtividade e teor de sólidos solúveis em relação à cultivar original Sunrise Solo (COSTA; PACOVA, 2003).

No caso dos híbridos, o aumento do consumo de mamão do tipo Formosa tem direcionado as pesquisas para o desenvolvimento de tais genótipos (CHAN, 2007). Os primeiros trabalhos para obtenção de híbridos de mamoeiro, no Brasil, foram feitos por Sampaio et al. (1983), em Conceição do Almeida, na Bahia, e resultaram na obtenção dos híbridos Sunrise Solo x A-G e K-77 x Tailândia, com boa produção e resistência à *Phytophthora parasitica* Dastur, porém, com alguns defeitos agrônômicos.

Com a falta de híbridos nacionais, o híbrido F₁ Tainung n° 1, importado de Taiwan, conquistou o mercado nacional pela excelente qualidade dos frutos, apesar do alto custo de importação das sementes. Esse fato motivou os pesquisadores da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf) a desenvolverem um híbrido nacional, conhecido popularmente como Calimosa (Caliman/UENF01) (JORNAL DA CIÊNCIA, 2003). O cultivo de 'Calimosa' tem apresentado resultados bastante promissores, com boa aceitação do produto no mercado externo e, até mesmo, com a exportação de sementes para outros países, como a Austrália.

Um dos grandes desafios para a produção de bons híbridos de mamoeiro, com comportamento estável na geração F₁, é o desenvolvimento de linhagens com alto nível de homozigose, principalmente com relação ao longo tempo requerido para sua obtenção (DANTAS; LIMA, 2001).

Para que esses objetivos sejam alcançados, a maioria dos programas de melhoramento existente usa estratégias para a formação de populações-base e autofecundação de acessos segregantes com características de interesse agrônômico para o processo de seleção. Nesses casos, a autofecundação levará à fixação dos genótipos segregantes, caracterizados e integrados ao banco de linhagens, para estudos posteriores sobre sua capacidade de combinação com outras linhagens. A determinação da capacidade de combinação das linhagens parentais é pré-requisito para a produção de bons híbridos de mamoeiro

(SUBHADRABANDHU; NONTASWATSRI, 1997; MARIN et al., 2006), devendo ser conduzida em diferentes condições edafoclimáticas, visando, até mesmo, aos estudos pormenorizados dos fatores ambientais que afetam o fenótipo dos híbridos.

Percebe-se que as pesquisas voltadas ao melhoramento convencional do mamoeiro são escassas, mas vêm apresentando resultados bastante promissores, principalmente no desenvolvimento de genótipos mais produtivos. No tocante ao desenvolvimento de cultivares mais resistentes às principais pragas e doenças, poucos avanços têm sido alcançados, constituindo ainda um desafio aos melhoristas da cultura.

Transgenia

O aparecimento do vírus da mancha-anelar ("*Papaya ringspot virus*", PRSV), nos anos de 1970, associado ao manejo inadequado das lavouras, ocasionou o caráter nômade da cultura e, posteriormente, sua inviabilidade no Estado de São Paulo. Assim, houve uma migração da cultura para o Pará, Bahia e Espírito Santo. Nos anos de 1980, os estados do Pará e São Paulo eram os principais produtores, com participação acima de 50 %. A necessidade da busca de novas áreas isentas de doenças, porém, motivou o deslocamento da cultura para outras regiões, caracterizando-a como itinerante.

A produção de mamão no Brasil ainda é bastante afetada pelo vírus da mancha-anelar. Em Pernambuco, foi realizada a avaliação dos danos causados pelo PRSV, constando-se redução de produção na ordem de 72 %, mas os frutos produzidos apresentavam peso 25 % inferior quando comparados com os de plantas sadias (BARBOSA; PAGUIO, 1982). Mamoeiros infectados com o PRSV produzem frutos deformados com manchas arredondadas e têm sua produtividade reduzida (PURCIFULL et al., 1984).

Essa virose é de ocorrência mundial (RESENDE; FRANCELLI, 1997), constituindo um dos principais entraves à expansão da cultura do mamoeiro. Uma vez introduzida no pomar, torna-se difícil o seu controle, não funcionando nem mesmo o combate químico dos insetos vetores (os pulgões), em razão da relação vírus-vetor ser do tipo não-persistente (GONSALVES, 1994).

Medidas de controle do PRSV têm sido tomadas no sentido de prevenir o aparecimento da doença, como o plantio em locais isolados e a erradicação das plantas contaminadas, que elevam o custo de produção. O uso de espécies silvestres tem sido estudado, sobretudo, com as espécies *Vasconcellea cauliflora* L., *V. pubescens* L. e *V. quercifolia* L. (MAGDALITA et al., 1997).

Contudo, existem diversos problemas de incompatibilidade genética com o gênero *Carica*, que levam à produção de plantas estéreis (MAGDALITA et al., 1997; SOUZA JUNIOR, 1999; ZERBINI; ZAMBOLIM, 1999; 2000). Outra estratégia no controle de viroses é a proteção cruzada, que tem sido utilizada comercialmente em culturas de alto valor hortícola. Apesar disso, essa medida tem demonstrado êxito restrito e limitado no controle da mancha-anelar do mamoeiro, inviabilizando o controle duradouro, econômico e seguro, fazendo com que os resultados práticos não tenham consistência (REZENDE; COSTA, 1987; 1993; REZENDE; MÜLLER, 1995).

De acordo com Souza Junior e Gonçalves (1999), o uso de plantas transgênicas é um dos métodos mais eficazes para controlar a mancha-anelar e o primeiro mamoeiro transgênico resistente ao PRSV foi obtido no início dos anos de 1990 (FITCH et al., 1992). A planta resultante desse trabalho expressa o gene da capa protéica (*cp.*) de um isolado havaiano de PRSV e se mostrou resistente a esse e a outros isolados havaianos. Porém, esse comportamento não se repetiu quando desafiada por isolados de outras regiões geográficas, incluindo o Brasil (TENNANT et al., 1994).

Dada a especificidade da proteção, construções gênicas com vários genes de PRSV provenientes do Brasil foram desenvolvidas na Universidade de Cornell em cooperação com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (SOUZA JUNIOR et al., 2005). Essas plantas mostraram efetivo controle do vírus em condições de casa-de-vegetação, podendo contribuir para o retorno do cultivo do mamoeiro em regiões ou áreas abandonadas pelo surgimento da doença.

Com a recente liberação das pesquisas em campo na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, a análise da resistência efetiva contra o PRSV foi iniciada em 2007. Além disso, serão realizados diversos estudos de biossegurança sobre os impactos e riscos ao homem e ao meio ambiente, com amplo rigor científico, visando à criação de subsídios para uma possível liberação comercial.

Produção integrada de mamão

O sistema de Produção Integrada de Mamão (PIM) é uma inovação tecnológica e organizacional no sistema de produção do mamoeiro que se iniciou em janeiro de 2004, no Estado da Bahia, sob a coordenação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em parceria com a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), a Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (Adab), o Banco do Nordeste do Brasil (BNB), o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) da Bahia e com o apoio financeiro do Ministério

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Além da Bahia, o Espírito Santo também vem desenvolvendo o sistema PIM, com exitosa coordenação do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

A PIM se baseia no desenvolvimento de um sistema de produção com uso de tecnologia e ao mesmo tempo ambientalmente sustentável. Todas as etapas da produção são normatizadas e sujeitas a auditorias, realizadas por organismos de avaliação da conformidade (certificadoras) credenciadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), com base em normas técnicas elaboradas por técnicos e representantes de diferentes instituições de pesquisa e representantes do setor produtivo.

A geração das normas técnicas advém do conhecimento adquirido pelos técnicos e pesquisadores sobre a cultura. Contudo, algumas áreas ainda necessitam de mais pesquisas, o que faz com que as normas preestabelecidas possam sofrer alterações. Assim, no caso da PIM, foram inicialmente identificadas duas demandas de pesquisa em relação ao cultivo do mamoeiro, que foram priorizadas, quais sejam: a) o manejo de pragas e doenças; e b) o manejo do solo.

As ações na área de fitossanidade têm buscado alternativas para racionalizar a aplicação de defensivos na cultura do mamoeiro, por meio do monitoramento da ocorrência de artrópodes (insetos e ácaros) e doenças fúngicas em áreas de produtores, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo Sistema de Produção Integrada de Frutas, regulamentadas por normas do Mapa. O manejo integrado de pragas tem sido feito mediante inspeções por meio de amostragens das pragas e inimigos naturais, de modo que possa fornecer dados seguros para as decisões de controle a serem tomadas. Menor número de plantas na amostra, cujos resultados correspondam ao total do talhão inspecionado, é o objetivo dessa ação. As pragas monitoradas são: ácaros branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), rajado (*Tetranychus urticae* Koch) e vermelho (*T. desertorum* Banks), cigarrinha (*Solanasca bordia* Langlitz), cochonilha (*Morganella longispina* Morgan), mosca-branca (*Bemisia* spp.), mancha de *Corynespora*, pinta-preta [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maub., *Mycosphaerella caricae* (Speg.) Maub.], podridão-preta [*Phoma caricae papayae* (Tarr) Punith, teleomorfo *Mycosphaerella caricae* H. Sydow & Sydow], mancha-chocolate [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.], podridão-do-pé (*Phytophthora palmivora* Butler, *Phytophthora faveri* Maubl.) e inimigos naturais. Das pragas monitoradas, a mancha de *Corynespora*, a pinta-preta, o ácaro-rajado, a cigarrinha e o ácaro-branco estiveram presentes em praticamente todas as avaliações.

Quanto ao manejo de solos, o objetivo geral tem sido o de avaliar a viabilidade agrônômica de preparos, manejos de solo e coberturas vegetais, que possibilitem aumentar a produtividade do mamoeiro, pelo aumento da produtividade dos solos de Tabuleiros Costeiros, garantindo mais sustentabilidade ambiental, econômica e competitividade de mercado ao produtor.

Com relação ao manejo de coberturas vegetais e sua interferência nas propriedades físicas do solo, os resultados obtidos por Carvalho et al. (2004a) no Município de Cruz das Almas, Bahia, com as cultivares Sunrise Solo e Tainung n°1, em um Latossolo Amarelo Álico coeso dos Tabuleiros Costeiros com uso de coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes mostraram, após 4 anos de iniciado o trabalho, que houve acréscimo de 13,8 % na porosidade total, 106,1 % na macroporosidade, 877,9 % na condutividade hidráulica saturada, redução de 13,3 % na microporosidade e 7,1 % na densidade do solo nos tratamentos manejados com coberturas vegetais, demonstrando que o manejo dessas coberturas, subsolagem e calagem + gesso agrícola são fundamentais no sistema de produção dessa cultura nos solos de Tabuleiros Costeiros. Esses resultados estão coerentes com os encontrados por Carvalho et al. (2004b) associando subsolagem ao plantio de leguminosas. Nos demais tratamentos, as alterações foram menores, com redução de 15,2 % na porosidade total nos tratamentos mecanizados.

Os tratamentos manejados nas entrelinhas da cultura do mamão com leguminosas proporcionaram o maior impacto na melhoria das propriedades físicas do Latossolo Amarelo Álico coeso. Esses mesmos tratamentos foram os que mais se evidenciaram em produtividade, expressa pelo peso total de frutos (PTF), em toneladas por hectare, e em número total de frutos por hectare (NTF). Quanto à disponibilidade de água, os tratamentos manejados com leguminosas e subsolagem contribuíram para que o solo apresentasse mais disponibilidade de água para o mamoeiro, quando comparados aos tratamentos mecanizados e vegetação espontânea (LOPES et al., 2003). A subsolagem associada ao plantio de leguminosas de raízes agressivas são práticas recomendadas como forma de romper as camadas adensadas dos solos de tabuleiros, o que proporciona maior acúmulo de água no perfil, maior penetração das raízes em profundidade, menores possibilidades de erosão e, conseqüentemente, melhores condições para um aumento de produtividade.

Como resultado final dessas ações, há a esperança de geração de informações consistentes sobre como realizar as principais práticas de manejo e de produção na propriedade rural, de forma que possa substituir as práticas convencionais, onerosas, por um sistema que permita a diminuição dos custos de produção, a melhoria da qualidade, a redução dos danos ambientais e o aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor em relação às frutas brasileiras (INMETRO, 2007).

Normas de classificação

Um dos marcos importantes para a consolidação do agronegócio do mamoeiro foram os avanços obtidos com o lançamento das normas de qualidade e de classificação da cultura, elaboradas por representantes do sistema de produção da cultura, como pesquisadores, produtores, exportadores, atacadistas, professores universitários e técnicos de Centrais de Abastecimento.

Em 1º de julho de 2002, numa organização conjunta entre a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e o Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), foi realizada uma reunião nacional para a aprovação da norma, que contou com a participação de representantes das principais regiões produtoras do País (Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, oeste e litoral da Bahia, Pernambuco e Paraíba).

Essa classificação é feita de acordo com:

- a) Grupo varietal: Solo, Formosa ou Comum.
- b) Grupo de formato: Comprido ou redondo.
- c) Subgrupo: a) fruto amadurecendo, mudando de cor, primeiros sinais amarelos que não deverão cobrir mais que 15 % da casca; b) fruto um quarto maduro, 15 % a 25 % da superfície da casca amarelada; c) fruto metade maduro, 25 % a 50 % da superfície da casca amarelada; d) fruto três quartos maduro, 50 % a 75 % da superfície da casca amarelada; e) fruto três quartos maduro, 50 % a 75 % da superfície da casca amarelada.
- d) As classes são também tomadas de acordo com o peso dos frutos (Tabela 5).
- e) O tipo ou categoria é uma classificação em que a qualidade é fornecida de acordo com a porcentagem de tolerância de defeitos (Tabela 6).

Tabela 5. Classificação de acordo com o peso.

Classe	Peso (g)
A ou 0	≤ 280
B ou 280	280 > 310
C ou 310	310 > 340
D ou 340	340 > 380
E ou 380	380 > 430
F ou 430	430 > 500
G ou 500	500 > 570

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Classe	Peso (g)
H ou 570	570 > 670
I ou 670	670 > 800
J ou 800	800 > 1.000
K ou 1.000	1.000 > 1.300
L ou 1.300	1.300 > 1.500
M ou 1.500	1.500 > 1.800
N ou 1.800	1.800 > 2.300
O ou 2.300	> 2.300

Fonte: Programa (2003).

Tabela 6. Tipo ou categoria de acordo com a porcentagem de tolerância dos defeitos.

Categoria	Extra	I	II	III
Podridão	0	1	2	5
Dano profundo	0	1	2	5
Deformação grave	0	1	2	5
Imaturo	0	1	2	5
Dano mecânico	0	1	5	10
Ovários múltiplos	0	1	5	10
Total de defeitos graves	0	3	10	20
Total de defeitos leves	5	15	30	100
Total de defeitos graves e leves	0	15	30	100
Mancha grave	0	1	5	100
Mancha leve	2	5	100	100
Total de manchas	2	5	100	100
Formato variado	0	0	100	100

Fonte: Programa (2003).

f) Defeitos graves que inviabilizam o consumo ou depreciam muito a aparência do produto: a) podridão: dano patológico caracterizado pela decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos; b) dano profundo: qualquer dano de origem diversa que atinja a polpa do fruto; c) dano mecânico: dano na

polpa causado por pressão ou impacto externo que não cause o rompimento da epiderme; d) imaturo: fruto totalmente verde, sem nenhum sinal de amarelecimento; e) ovário múltiplo: quando há mais de uma cavidade ovariana; e f) deformação grave: fruto pentândrico e carpelóide.

- g) Defeitos leves que depreciam o valor do produto, mas não impedem a sua utilização: a) deformação leve: dano patológico caracterizado pela decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos; b) coloração irregular: abrange a coloração não característica do amadurecimento do fruto e outras alterações que permitem a visualização da cor da casca do fruto.
- h) Manchas: qualquer alteração na casca da fruta que não atinja a polpa e não permita a visualização da casca do fruto. A área total afetada define a sua gravidade: a) mancha leve: porcentagem da casca de 0,2 % a 5 %; e b) mancha grave: porcentagem da casca afetada maior que 5 %.

Essas normas promoveram a transparência no mercado interno, a modernização do setor e facilitaram a comercialização do mamão no mercado externo.

Implantação do *System Approach*

As maiores restrições impostas pelos países europeus para a importação de frutos se referem ao uso indiscriminado de defensivos químicos na agricultura, enquanto o mercado americano exige mais combate às pragas durante plantio, safra e embarque.

Com o propósito de explorar novos mercados e contrapor as imposições dos países exportadores, foi criado o *System Approach* ou Sistema de Minimização de Risco, que envolve análise sistêmica de todo o processo de produção das frutas, desde as práticas culturais em campo até a embalagem da fruta e embarque com destino ao consumidor. O sistema visa à produção de frutas de alta qualidade, sem resíduos de agrotóxicos e sem a presença de pragas qualificadas como quarentenárias, pelos países importadores, especialmente a mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (SANCHES, 2003).

O *System Approach* tem permitido a exportação do mamão brasileiro para os Estados Unidos da América, derrubando uma barreira quarentenária que impedia, durante 15 anos, o comércio dessa fruta para aquele país. Com essa metodologia, todos os procedimentos da produção do mamão, envolvendo qualidade da semente, adubação da terra, correção do solo, controle das pragas da fruta, controle das duas mais importantes viroses do mamão, uso de defensivos agrícolas, colheita, transporte e beneficiamento dos frutos, devem

ser relatados ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América. Além disso, uma das exigências mais importantes diz respeito ao controle da mosca-das-frutas. Nesse caso, são realizadas análises de risco da praga, de forma a conferir a sanidade e segurança quarentenária para a sua comercialização no mercado externo.

Atualmente, o Rio Grande do Norte, o sul da Bahia e o Espírito Santo estão habilitados para a exportação da fruta para os Estados Unidos da América. Contudo, espera-se que outros estados adotem o sistema e ampliem suas exportações.

Fatores limitantes e perspectivas

As pesquisas com a cultura do mamoeiro são fundamentais para o Brasil, pois o País atualmente caracteriza-se como o principal produtor mundial da fruta. Apesar disso, existem ainda muitos entraves para maior expansão da cultura.

Vale salientar que são poucas as cultivares disponíveis, que pertencem aos grupos Solo e Formosa, acarretando alta vulnerabilidade aos estresses bióticos e abióticos. Genótipos do grupo Solo são formados, basicamente, por variedades, enquanto os do grupo Formosa são híbridos comerciais, na maioria importados (US\$ 3,5 mil a US\$ 4 mil por quilograma de semente), razão pela qual se torna necessária a importação de sementes para o plantio de um novo pomar, elevando consideravelmente o custo de produção. O desenvolvimento do primeiro híbrido de mamão no Brasil, denominado Caliman/UENF01, constitui alternativa para o cultivo do mamoeiro no País. Contudo, ainda existe uma grande lacuna a ser preenchida em termos de opções de cultivares e híbridos de mamoeiro que atendam todas as exigências do crescente mercado.

As doenças, particularmente as viroses do mamoeiro, constituem grande entrave à implantação de pólos produtores dessa cultura, pela característica itinerante ou migratória que lhe é imposta. Uma das soluções para tais problemas seria o uso de cultivares transgênicas que, no momento, estão sendo estudadas quanto à sua biossegurança.

Outro vírus que tem provocado sérios prejuízos à cultura é o da meleira (“*Papaya sticky disease virus*”, PSDV). Essa doença tem se acentuado de forma assustadora em várias microrregiões produtoras e o seu controle envolve, principalmente, medidas preventivas que, em muitas situações, não são suficientes para conter o avanço da doença. Nesse caso, o desenvolvimento de plantas transgênicas com resistência ao PSDV merece prioridade de pesquisa.

No ramo das exportações, durante muito tempo, os Estados Unidos da América, maior consumidor mundial dessa fruta, impuseram barreiras ao produto brasileiro, temendo a mosca-das-frutas. Em 1998, o Brasil adotou o *System Approach*, como referido anteriormente e, já no ano seguinte, o Brasil exportou 3,1 mil toneladas para aquele país. Atualmente, o mercado americano absorve 20 % dos embarques brasileiros de mamão; porém, o principal cliente é a Europa (com 75 % dos negócios), além dos países do Mercado Comum do Sul (Mercosul).

Mais recentemente, algumas áreas de produção de mamão do extremo sul da Bahia foram certificadas pelo sistema de Produção Integrada de Frutas (protocolo brasileiro) e EurepGAP (protocolo Europeu), dois dos principais sistemas de certificação atualmente existentes. As propriedades certificadas foram as Fazendas Guairá, no Município de Prado, Gondo, em Nova Viçosa, e Nova Estrela em Mucuri. Adicionalmente, o *packing house* ou casa de embalagem da Fazenda Bello Fruit também foi certificado. Isso significa que o consumidor brasileiro, e do exterior, já podem ter acesso a frutos de mamão de qualidade, com níveis de resíduos bem abaixo dos limites máximos permitidos pelas legislações brasileira e europeia. Esses resultados foram obtidos no âmbito da Produção Integrada de Mamão.

A experiência brasileira com o mamão tem gerado muitas divisas, novos empregos e desenvolvimento social, com a vantagem competitiva de produzir mamão o ano inteiro. Os objetivos prioritários são a qualidade da fruta, com a redução ou eliminação de barreiras fitossanitárias, para que se alcance aumento no volume de vendas tanto no mercado interno quanto no externo.

Para o aumento das exportações de papaya, foram fundamentais dois grandes projetos. A Análise de Riscos de Pragas resultou na liberação do mamão Formosa para o mercado norte-americano, enquanto o Limite Máximo de Resíduos foi conduzido para servir de base científica para o estabelecimento de limites de resíduos para o mamão nos mercados importantes da União Europeia.

Atualmente, existe tendência de crescimento das exportações, tendo em vista as promoções realizadas no exterior e os constantes investimentos realizados pelas empresas brasileiras para a produção e exportação de frutos de alta qualidade.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2007. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 p.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Vírus da mancha-anelar do mamoeiro: incidência e efeito na produção do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Fitopatologia Brasileira**, v. 7, p. 365-373, 1982.

- CARVALHO, J. E. B. de; AZEVEDO, C. L. L.; NASCIMENTO, P. dos S.; SANTOS, R. C. dos; CARVALHO, L. L. de. Manejo de coberturas vegetais no controle de plantas daninhas em plantio de mamoeiro nos Tabuleiros Costeiros da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS 24., 2004, São Pedro, SP. **Resumos...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004a. 1 CD-ROM.
- CARVALHO, J. E. B. de; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C.; DALTRO JÚNIOR, C. A.; CARVALHO, L. L. de; OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, R. C. dos. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung no 1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 335-338, 2004b.
- CHAN, Y. K. Stepwise priorities in papaya breeding. **Acta Horticulturae**, v. 740, p. 43-48, 2007.
- COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória-ES: Incaper, p. 59- 102, 2003.
- DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 617-621, 2001.
- FERNANDES, M. S. A fruticultura cresce. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, p. 10-12, 2006.
- FERNANDES, M. S. Novas fronteiras. **Safra**, n. 88, p. 21-23, mar. 2007.
- FITCH, M. M. M.; MANSHARDT, R. M.; GONSALVES, D.; SLIGHTOM, J. L.; SANFORD, J. C. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. **BioTechnology**, v. 10, p. 1466- 1472, 1992.
- GONSALVES, D. Papaya ringspot. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACHJ, K. G.; OHR, H. D. (Ed.). **Compendium of tropical fruit disease** St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 1994. 88 p.
- IBGE. **Banco de Dados Agregados**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 27 jun. 2007.
- INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia. **Normalização e qualidade industrial** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em: 24 set. 2007.
- JORNAL DA CIÊNCIA. Pesquisa na UENF permitirá ao país a economia de US\$ 2 milhões por ano. v. 2280, 19 de maio de 2003.
- LOPES, L. C.; CARVALHO, J. E.B. de; ARAÚJO, A. M. de A.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C.; DALTRO JÚNIOR, C. A.; CARVALHO, L. L. de; SANTOS, R. C. dos. **Manejo de coberturas vegetais e seus efeitos sobre as propriedades físicas de um latossolo amarelo álico coeso e produtividade do mamoeiro 'Sunrise Solo'** Magistra, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, p. 257-264, jul./dez., 2003.
- MAGDALITA, P.; PERSLEY, D.; GODWIN, I.; DREW, R. Screening *Carica papaya* × *C. cauliflora* hybrid for resistance to PRSV-P. **Plant Pathology**, v. 46, p. 837-841, 1997.
- MARIN, S. L. D.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MARTELLETO, L. A. P.; IDE, C. D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, v. 63, p. 540-546, 2006.
- PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do mamão**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura - CQH/Ceagesp. 2003. (CQH. Documentos, 25) Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/>>.
- PURCIFULL, D. E.; EDWARDSON, J. R.; HIEBERT, E.; GONSALVES, D. Papaya ringspot virus. **CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses**, n. 85, revised. 1984.
- RESENDE, J. A. M.; FRANCELLI, M. I. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; RESENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas** 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. p. 486-496.

- REZENDE, J. A. M.; COSTA, A. S. Controle do mosaico do mamoeiro por premunização: sucessos e dificuldades. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 258. 1993.
- REZENDE, J. A. M.; COSTA, A. S. Intensificação dos sintomas dificulta o controle do mosaico do mamoeiro por premunização. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, p. 203-210, 1987.
- REZENDE, J. A. M.; MÜLLER, G. W. Mecanismos de proteção entre os vírus e controle de viroses de vegetais por premunização. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** v. 3, p. 185-226. 1995.
- SAMPAIO, H. S. de V.; LUNA, J. V. U.; SAMPAIO, L. S. de V. **Comportamento de linhas endógamas de mamão (*Carica papaya* L.) e seus híbridos, em solo infestado com *Phytophthora* sp.** **Magistra**, v. 1, p. 36-45, 1983.
- SANCHES, J. **Pós-colheita de mamão**. Toda Fruta – Frutas de A a Z, Jaboticabal - SP, 2003. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=4115> Acesso em: 24 set 2007.
- SOUZA JUNIOR, M. T. **Analysis of the resistance in genetically engineered papaya against papaya ringspotpotyvirus, partial characterization of the PRSVBrazil. Bahia isolate, and development of transgenic papaya for Brazil.** 1999. 277 p. Thesis (PhD.).- Cornell University.
- SOUZA JUNIOR, M. T.; GONSALVES, D. Genetic engineering resistance to plant virus diseases, an effort to control papaya ringspot potyvirus in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p. 485-502, 1999.
- SOUZA JÚNIOR, M. T.; NICKEL, O.; GONSALVES, D. Development of virus resistant transgenic papayas expressing the coat protein from a Brazilian isolate of Papaya ringspot virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 357- 365. 2005.
- SUBHADRABANDHU, S.; NONTASWATSRI, C. Combining ability analysis of some characters of introduced and local papaya cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 71, p. 203-212, 1997.
- TENNANT, P. F.; GONSALVES, C.; LING, K. S.; FITCH, M. M. M.; MANSHARDT, R.; SLIGHTOM, J. L.; GONSALVES, D. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross- protected papaya. **Phytopathology**, v. 84, p. 1359-1366, 1994.
- ZERBINI, F. M.; ZAMBOLIM, E. M. Família Potyviridae. parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 7, p. 1-67, 1999.
- ZERBINI, F. M.; ZAMBOLIM, E. M. Família Potyviridae - parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 8, p. 225-265, 2000.

Capítulo 11

O agronegócio da manga

Alberto Carlos de Queiroz Pinto

Origem e importância econômica

A manga é originária do continente asiático, mais precisamente da Índia, e representa uma das mais importantes frutas tropicais produzidas no mundo. No Brasil, ela foi introduzida pelos colonizadores portugueses no século 17 por meio de sementes. Mais tarde, foi dispersa na região interiorana brasileira pelos bandeirantes, em face da sua excelente adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil, especialmente entre as latitudes de 3° N e 28° S.

O setor produtivo mundial da manga apresentou produção de tendência crescente de 1961 até o presente, exceto entre 1987/1988 e 1998/1999, quando ocorreu queda na produção, em virtude de possível retração dos países asiáticos, principais produtores mundiais. No Brasil, a tendência de expansão e retração não foi diferente, pois ocorreu expansão entre 1961/1972 e, logo em seguida, declínio na produção e área colhida entre 1973/1982 (SIQUEIRA, 2003).

Apesar de possuir área colhida por volta de 35 mil hectares e produzir quantidades sempre superiores a 500 mil toneladas, representando 6 % da produção mundial, abaixo apenas da Índia, o Brasil não tinha posição de destaque na exportação de manga entre 1961 a 1980. Na estatística oficial brasileira, a Região Sudeste, representada pelo Estado de São Paulo, era a grande produtora de manga no Brasil. Com a expansão da área de produção de manga, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba (Codevasf) implementou o Plano de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Planvasf), em 1987, enfatizando a fruticultura tropical (MARSDEN et al., 1995).

Atualmente, o Brasil está entre os nove principais países produtores de manga do mundo, com uma área aproximada de 70 mil hectares e produção de

600 mil toneladas em 2005 (PINTO et al., 2006). Desse total, foram exportadas 94 mil toneladas, o que representou 15,6 % da produção e a geração de divisas da ordem de US\$ 51 milhões na pauta de exportações brasileira. As regiões Nordeste e Sudeste representam 94 % da área cultivada com manga no Brasil, sendo também as principais regiões produtora e exportadora (SOUZA et al., 2002). O Vale do São Francisco, com 18 mil hectares e produção de 270 mil toneladas, é considerada a maior área exportadora de manga no Brasil.

No Brasil, a manga já compõe a dieta alimentar das classes média e alta, com consumo médio per capita da ordem de 1,2 kg/ano, embora em alguns estados, como São Paulo, o consumo de manga alcance 2,5 kg/per capita.ano. Portanto, o crescimento na produção mundial e brasileira da manga tem dado grande contribuição na oferta de alimentos e na redução da fome, uma vez que cresceu com taxas superiores às do crescimento populacional. Nos anos de 1990 a produção mundial de manga cresceu 4,2 % ao ano, contra o aumento médio da população mundial da ordem de 1,3 % ao ano (SIQUEIRA, 2003).

Como qualquer outro setor produtivo agrícola, existem fatores que limitaram ou aceleraram o crescimento da mangicultura brasileira nas últimas quatro décadas. Portanto, a discussão desses fatores é muito importante para que os investimentos necessários possam resgatar os esforços governamentais e privados, necessários para o aumento da produção e exportação da manga brasileira nas próximas décadas.

Fatores limitantes e contributivos ao crescimento

As atividades e decisões governamentais e privadas que sofreram ou ainda sofrem limitações e, de certo modo, apoio na aceleração do crescimento, produção e exportação da manga podem ser divididos em cinco fatores básicos: a) organização e capacitação dos produtores; b) logística e infra-estrutura de apoio; c) pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica (P&D&I); d) mercado e comercialização; e e) sustentabilidade ambiental e social.

Organização e capacitação dos produtores

Até o grande impulso de demanda interna e, principalmente, externa, com a exportação da manga em 1985, não havia muita preocupação por parte dos

produtores com a organização, visando à produção e qualidade da manga. No Semi-Árido nordestino, a principal área de produção e exportação da manga brasileira, a Associação dos Produtores e Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco (Valexport) foi criada em 1988 com o objetivo de organizar os produtores para participarem do exigente mercado internacional. Atualmente, a Valexport possui lugar de destaque entre os produtores exportadores de frutas brasileiros.

O elevado índice de analfabetismo, desarticulação com as instituições de ensino, pesquisa e extensão, carência de recursos financeiros, amadorismo e ineficiência administrativa são fatores altamente limitantes. Assim, vários instrumentos e decisões governamentais foram tomados no âmbito da capacitação da mão-de-obra, como, por exemplo, o Projeto de Capacitação desenvolvido pelo Banco do Nordeste e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), a ação capacitadora do Programa de Reorientação da Pequena e Média Propriedade Rural (Prodesa) e o Programa de Apoio e Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada no Nordeste, promovido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) em 1998.

Em virtude de dificuldades enfrentadas pelo Serviço de Extensão Rural no Nordeste brasileiro, os produtores têm procurado a assistência técnica de consultorias privadas, o que encarece sobremaneira o custo do produto. Na prática, alguns distritos de irrigação estão se responsabilizando não somente pelo bombeamento da água e manutenção das áreas, mas também pela assistência técnica e produção (BANCO DO NORDESTE, 1998). Instituições como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a Codevasf, o Banco do Nordeste, a Sociedade Brasileira de Fruticultura, universidades e prefeituras municipais têm desempenhado papel importante na capacitação dos produtores, pesquisadores e técnicos envolvidos com a cultura da manga por meio de seminários, dias de campo e cursos, possibilitando a reciclagem e aprimoramento da mão-de-obra.

Logística e infra-estrutura de apoio

Há cerca de duas décadas, as condições de logística e infra-estrutura de apoio para exportação da manga nas principais regiões produtoras brasileiras, por meio de portos centenários como o de Santos, em São Paulo, e o de Salvador, na Bahia, eram muito deficientes e incapazes de cumprir o complexo processo da exportação de frutas. Com a expansão da área colhida, da produção e exportação de manga, a partir de 1985, principalmente do pólo de desenvolvimento

Juazeiro–Petrolina, nos estados da Bahia e Pernambuco, respectivamente, as pressões foram aumentando e as necessidades de investimentos foram ficando mais urgentes. Atualmente, o Porto de Suape, em Recife, Pernambuco, e o Terminal Portuário do Pecém, em Fortaleza, Ceará, construídos em 1984 e 2001, respectivamente, atendem de forma mais eficiente essa demanda crescente da exportação de frutas, especialmente a manga.

Além da modernização dos portos exportadores de frutas, especialmente a manga, o aprimoramento do complexo logístico envolve também a reestruturação de estradas, ferrovias, hidrovias, terminais intermodais, armazéns com capacidade para atender à produção dos projetos irrigados, *packing houses* e câmaras frias que permitam forte competitividade no mercado de exportação (SIQUEIRA, 2003).

As empresas privadas têm, em grande parte, cumprido e atendido os investimentos necessários para a exportação de manga, porém, os governos precisam acelerar muito mais seus investimentos nesse setor. As condições precárias das estradas estaduais e federais que interligam os portos de cidades nordestinas aos pólos de desenvolvimento, bem como a falta de eficiente sistema multimodal, com ênfase para rodovia, ferrovia e hidrovia, elevam o custo do transporte de frutas no Brasil em US\$ 40,00/t, comparado com os Estados Unidos da América (BANCO DO NORDESTE, 1998).

Pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica

Nessas últimas décadas, principalmente após a criação da Embrapa e sua ação conjunta com outras instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), as áreas de pesquisa, desenvolvimento e inovação têm contribuído de maneira significativa para o aumento da produção e exportação da manga no Brasil. Na década de 1960, por exemplo, as cultivares denominadas Crioulas, como a Espada e Bourbon, predominavam no mercado brasileiro de consumo a fresco. Todavia, elas eram usadas somente no consumo interno. A partir da década de 1970, a cultivar Tommy Atkins tem representado cerca de 79 % da área plantada de manga tipo exportação no Brasil, por ser muito produtiva, e de casca vermelha, bastante apreciada no mercado. Porém, sua qualidade inferior de polpa levou vários países a iniciarem seus programas de melhoramento genético, visando à obtenção de cultivar com frutos de melhor qualidade. O programa israelense do Volcani Center e o brasileiro da Embrapa Cerrados, por exemplo, foram também iniciados por volta de 1980 (PINTO et al., 2002). No programa brasileiro, cinco

importantes cultivares de manga já foram liberadas, a saber: Alfa, Roxa, Lita, Beta e Ômega. A cultivar Alfa (Fig. 1), além da qualidade do fruto, apresenta produção alta e regular, resistência à mosca-das-frutas (*Anastrepha obliqua* Macquart, *A. fraterculus* Wiedemann e *Ceratitis capitata* Wiedemann) (ROSSETTO et al., 2006) e tolerância ao oídio (*Erysiphe polygoni* D.C.) e à antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.]. Várias outras seleções híbridas de manga estão sendo avaliadas pela Embrapa Cerrados e a CPAC 329/94 tem mostrado características produtivas e qualitativas importantes para o fortalecimento do agronegócio manga no Brasil.

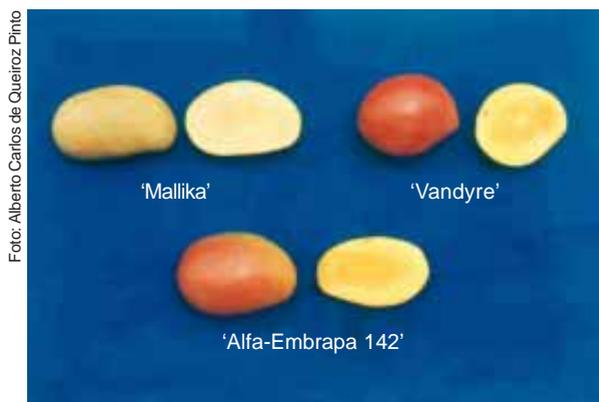


Fig. 1. A manga 'Alfa' representa a nova geração de manga de alta qualidade, produtiva e resistente à mosca-das-frutas e antracnose.

A recuperação de copa (Fig. 2), tecnologia adaptada em mangueira e realizada pela Embrapa Cerrados, em 1984, permitiu a substituição de grandes áreas de plantio de Haden, cultivar considerada pouco produtiva, pela Tommy Atkins, cultivar mais produtiva e responde melhor ao regulador de crescimento paclobutrazol, resultando em maior lucro para os produtores de manga no Nordeste brasileiro.



Fig. 2. A tecnologia de recuperação de copa de mangueira proporcionou significativo aumento da produtividade da manga no Nordeste brasileiro.

Até o fim da década de 1980, a colheita e a oferta de manga no Brasil se restringiam somente ao período de outubro a janeiro, seguindo o florescimento natural da mangueira, que ocorre entre julho e agosto. A introdução de cultivares com produções mais tardias e a inovação tecnológica da indução floral, com o uso do regulador de crescimento paclobutrazol, o estresse hídrico e o nitrato de potássio, permitiram a expansão da oferta nos mercados interno e externo a partir da década de 1990, deixando apenas uma *janela* de cerca de 3 a 4 meses sem ou com pouca oferta de manga. Em futuro bem próximo, esta *janela* na entressafra brasileira da manga será de 1 a 2 meses, junho e julho de cada ano (Fig. 3). A tendência é que não haja mais entressafra de manga no Brasil.

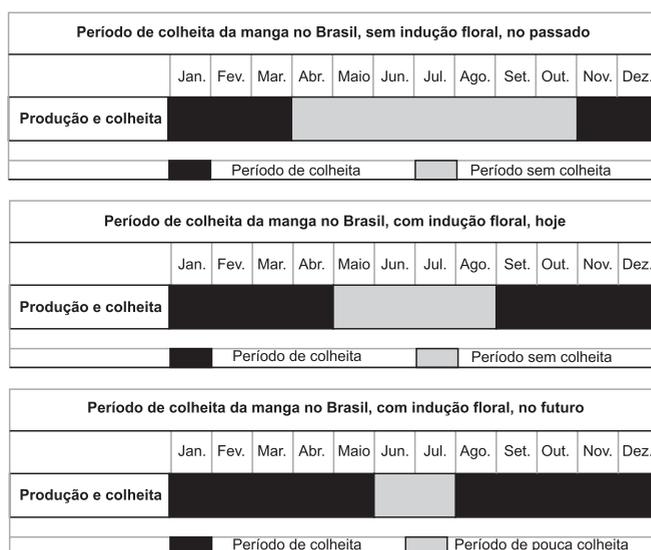


Fig. 3. A evolução da produção e oferta de manga no mercado brasileiro em razão do uso da técnica de indução floral.

Fonte: Adaptado de Pinto et al. (2004).

Entre as décadas de 1960 e 1970, a manga no Semi-Árido nordestino era cultivada quase totalmente de sequeiro e as poucas áreas irrigadas eram feitas por sistemas de irrigação via superfície, cujas plantas mostravam produções que não ultrapassavam 12 t/ha. Em razão da economia e da melhor resposta da planta à água, a tecnologia da irrigação do tipo localizada (microaspersão e gotejamento) cresceu muito e, até o fim da década de 1990, cerca de 74 % da área de manga era cultivada com esses sistemas de irrigação, cujas produções médias giravam por volta de 25 t/ha (COELHO et al., 2002). A técnica de fertirrigação permitiu aumento significativo na produtividade e qualidade da manga, contribuindo fortemente para maior produção e exportação da manga brasileira.

A produção integrada da manga

A publicação da Instrução Normativa nº 58, de outubro de 2006, obriga as empresas brasileiras exportadoras de frutas a aderirem ao sistema de Produção

Integrada de Frutas (PIF), o que representa um marco na produção de manga no Brasil. Nesse contexto, a produção integrada da manga (PIF-Manga) tem se mostrado excelente tecnologia. O uso do Sistema Global de Posicionamento (GPS), diagnose da área selecionada e cadernos de anotações diárias, visando, principalmente, ao monitoramento da mosca-das-frutas tem sido um dos fatores mais positivos no desenvolvimento da manga nacional. A PIF-Manga promoveu redução de 40 % no uso de inseticidas e 76 % de fungicidas, contribuindo com menor custo de produção e maior ganho para o produtor, além da oferta de manga de melhor qualidade (LOPES et al., 2002) no mercado externo, principalmente o europeu.

Mercado e comercialização

O mercado nacional e, principalmente, internacional da manga é algo bastante dinâmico, que apresenta mudanças muito rápidas. Assim, pomares de manga instalados na fase áurea da grande expansão da exportação sofreram grande impacto ao atingirem, poucos anos depois, a depressão do mercado. Entre os anos de 1985 a 2004 ocorreu expansão significativa da área colhida e da produção de manga no Brasil, passando de 37,5 mil hectares para 69,6 mil hectares e de 677,2 mil toneladas para 949,6 mil toneladas, respectivamente (AGRIANUAL, 1992/2007). Porém, a queda do dólar no câmbio internacional e do preço FOB da tonelada de manga exportada de US\$ 850,00 para US\$ 539,00, entre 1998 e 2001 (PINTO, 2005), além do aumento do custo de produção, foram condições desfavoráveis para os produtores e exportadores de manga brasileiros.

As barreiras políticas, por meio dos subsídios aos produtos na origem, assim como as fitossanitárias e de segurança alimentar, criadas pelos países importadores, têm sido fatores limitantes à exportação da manga brasileira. Porém, a criação do Programa de Apoio à Fruticultura (Profruta), desenvolvido pelo Mapa, a criação do Instituto Brasileiro de Frutas (Ibrafr) e da Frente Parlamentar da Fruticultura são iniciativas que vêm sendo tomadas no sentido de tentar diminuir a ação danosa dessas barreiras. Ao mesmo tempo, a obrigatoriedade do PIF nas empresas exportadoras de frutas aumenta a competitividade brasileira no mercado internacional.

Sustentabilidade ambiental e social

De nada adiantará todo o esforço e os excelentes resultados obtidos nas últimas décadas na produção e exportação de manga pelo Brasil, se esses

resultados não forem sustentáveis para o ambiente e para a sociedade de maneira geral. O uso indiscriminado de agrotóxicos na produção da manga tem sido, em parte, reduzido drasticamente pela aplicação da técnica de produção integrada. Porém, existem outros problemas ambientais como a degradação dos solos, pela salinização, e a má utilização da água e das áreas à margem do Rio São Francisco, que provocam o contínuo assoreamento e dificultam sua navegabilidade. Antepondo-se à modernização da exploração da manga irrigada, os problemas de infra-estrutura social relativamente à saúde, saneamento, habitação ou educação básica ainda persistem, principalmente no Semi-Árido brasileiro, e podem interferir, negativamente, na produção e exportação sustentável da manga brasileira.

Decisões e ações em perspectivas

Considerando a complexidade dos problemas e os fatores limitantes envolvidos, torna-se tarefa muito difícil enumerar todas as decisões e ações que devem ser tomadas nas próximas décadas, visando ao aprimoramento e ao crescimento da produção e da exportação da manga brasileira. Felizmente, alguns desses fatores limitantes, como estradas e portos, já estão incluídos na pauta de recuperação e renovação, planejadas pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal que, ao serem concluídos, possibilitarão, à manga brasileira, maior competitividade no mercado de exportação.

Recursos para a pesquisa e difusão de tecnologias inovadoras devem ser priorizados pelos governos federal e estadual, como o desenvolvimento de novas cultivares de manga tardias ou precoces de melhor qualidade, associadas ao aprimoramento da técnica de indução floral, capazes de preencher todos os espaços de entressafra da manga, quando os preços são mais compensadores e permitem maiores retornos financeiros aos produtores. Além disso, urge aumentar e aprimorar o parque industrial da manga, incentivando a produção de produtos processados que agregam valores, tais como sucos, geléias, vinhos, desidratados e outros.

Ao mesmo tempo, apesar de todo esforço já realizado pelos governos anteriores, a capacitação de produtores e técnicos nas próximas décadas deve ser contínua, uma vez que os complexos processos de produção, pós-colheita, embalagem e comercialização necessitam de profissionais especializados, principalmente em sistemas de irrigação, necessários na fruticultura moderna.

Finalmente, a ação do Ibraf e da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex Brasil), na divulgação da manga brasileira no mercado

externo, bem como as ações dos Bancos do Brasil e do Nordeste na participação em feiras internacionais e na “rodada de negócios” devem ser mais agressivas, do ponto de vista comercial, visando, principalmente, à abertura de novos mercados e, por conseguinte, ao crescimento da produção e da exportação da manga brasileira.

Referências

- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. S. de; AGUIAR NETTO, A. de O.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ARAÚJO, E. C. E.; BASSOI, L. H. Irrigação. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. e Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. 1. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p. 166-189.
- LOPES, P. R. C., MOREIRA, A. N., HAJI, F. N. P., SILVA, A. S., LEITE, E. M.; LOPES, L. M. da M. Melhoramento genético. In: GENU, P. J. C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 355-379
- MARSDEN, T. K.; CAVALCANTI, J. S. B.; FERREIRA, I. J. Globalisation, regionalisation and quality: the socio-economic reconstruction of food in the San Francisco Valley, Brazil. **International Journal of Sociology and Food** Pulmann, v. 5, p. 85-114, 1995.
- PINTO, A. C. de Q.; SOUZA, V. A. B.; ROSSETO, C. J.; FERREIRA, F. R.; COSTA, J. G. Melhoramento genético. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 52-92.
- PINTO, A. C. de Q.; ANDRADE, S. R. M.; AMARO, A. A.; GOMES, U. Mango industry in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 645, p. 37-50, 2004.
- PINTO, A. C. de. Diversificar, uma solução para o mercado da manga. **Item**, Abid, Brasília, n. 65-66, p. 50-51, 2005.
- PINTO, A. C. de Q.; SILVA, D. J.; PINTO, P. A. C. Mango. In: CRISÓSTOMO, L.; NAUMOV, A.; JONSTON A. E. (Ed.). Fertilizing for high yield and quality: tropical fruits. **IPI Bulletin**, 18. Switzerland, 2006. p. 139-160.
- ROSSETTO, C. J.; BORTOLETTO, N.; WALDER, J. M. M.; MASTRÂNGELO, T. de A.; CARVALHO, C. R. L.; CASTRO, J. V. de; PINTO, A. C. de Q. Mango resistance to fruit fly. II – Resistance of the Alfa cultivar. In: SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7th. **Abstract...** Salvador, Bahia, 2006.
- SIQUEIRA, T. V. de. Fruticultura: a cultura da manga-desempenho 1961/2001. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 3-68, 2003.
- SOUZA, J. da S.; ALMEIDA, C. O.; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos socioeconômicos. In: GENU, P. J. C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 20-29.

Literatura recomendada

- AGRIANUAL. 1986 a 2000. São Paulo: FNP.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. São Paulo: Gazeta, 2006. 136 p.
- BANCO DO NORDESTE. **Documento Referencial do Pólo de Desenvolvimento Integrado Petrolina (PE)/Juazeiro (BA)**. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste, 51 p. (Versão Preliminar).

Capítulo 11

Pesquisa e desenvolvimento do maracujá

Fábio Gelape Faleiro
Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Marcelo Fideles Braga

Origem e importância

Existem mais de 580 espécies de maracujazeiros e a maioria delas originadas na América Tropical, sendo o Brasil o maior centro de diversidade genética. O cultivo do maracujazeiro em escala comercial teve início no começo da década de 1970, com a espécie *Passiflora edulis* Simmonds f. *flavicarpa* Degener, também conhecida como maracujá-amarelo ou maracujá-azedo (Fig. 1). Segundo Lima (2001), o agronegócio do maracujá-azedo no Brasil gera US\$ 250 milhões, emprega 250 mil pessoas e pode gerar de cinco a seis empregos diretos e indiretos por hectare durante 2 anos, com apenas US\$ 5 mil de investimentos, fazendo com que tal cultura seja excelente alternativa, principalmente, para pequenos e médios produtores. Outra espécie que vem ganhando espaço no mercado é a *Passiflora alata* Curtis, também conhecida como maracujazeiro-doce (Fig. 1), cultivada para o mercado de frutas in natura. Adicionalmente, a *P. edulis* f. *flavicarpa*, a *P. alata* e outras espécies silvestres do gênero *Passiflora* têm sido extremamente úteis para uso em programas de melhoramento genético e como porta-enxertos (JUNQUEIRA et al., 2005), além do grande potencial para diversificar os sistemas produtivos com novos alimentos funcionais para consumo in natura e para uso como plantas ornamentais e medicinais (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005; FALEIRO et al., 2006; FALEIRO et al., 2007).

O maracujá apresenta grande importância econômica e social no Brasil, maior produtor e o maior consumidor mundial dessa fruta. Essa posição de destaque do Brasil no ranking internacional foi obtida com o desenvolvimento do



Fig. 1. Maracujá-azedo (esquerda) e maracujá-doce (direita). Seleções do programa de melhoramento genético conduzido na Embrapa Cerrados.

maracujá nas últimas três décadas (GONÇALVES; SOUZA, 2006). A chegada da agroindústria de sucos no Brasil, no fim da década de 1970, estimulou a expansão da atividade a partir da década de 1980. Na década de 1990, houve crescimento da área plantada e da produção no Brasil, chegando, em 1999, a 36 mil hectares e 317 mil toneladas, respectivamente. Nos últimos anos, houve aumento da produção sem aumento da área plantada. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), em 2005, o maracujá foi plantado em 35.820 ha, apresentando produção de 479.813 t, no valor de US\$ 155 milhões. Certamente, esse avanço na produção decorreu da melhoria tecnológica das lavouras em quase todos os estados brasileiros, resultando no aumento da produtividade.

Produção no mundo e exportação brasileira

De acordo com estimativas da ITI Tropicals (2007), a produção mundial de maracujá é de 640 mil toneladas e a brasileira próxima de 75 % desse valor. Apesar dessa produção, o volume de fruta fresca e suco exportado pelo Brasil é pequeno quando comparado com o de outras frutas. Além do Brasil, o maracujá é amplamente produzido no Equador, Colômbia, Peru, África do Sul e Austrália. A África do Sul e Austrália produzem, principalmente, o

maracujá-roxo (*P. edulis* Simmonds), que é consumido in natura. Atualmente, o Equador é o maior exportador de suco concentrado (50 °Brix), exportando, em 2006, em torno de 170 mil toneladas métricas (ITI TROPICALS, 2007).

Para a maioria da população mundial, principalmente na América do Norte e Europa, a fruta do maracujá ainda é considerada exótica (MATSUURA; FOLEGATTI, 2002). O maracujá produzido no Brasil tem sido exportado para países europeus e latino-americanos, embora de forma incipiente. Na tentativa de mudar esse cenário, em 2005, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) estabeleceu e aprovou a Instrução Normativa nº 3 sobre as normas técnicas específicas para a Produção Integrada de Maracujá (PIF-Maracujá), com o objetivo principal de elevar os padrões de qualidade e de competitividade da fruticultura brasileira ao patamar de excelência requerido pelo mercado internacional, em bases voltadas para o sistema integrado de produção, sustentabilidade do processo, expansão da produção, do emprego e da renda (ANDRIGUETO et al., 2005).

Ações de pesquisa e desenvolvimento e novos desafios

As ações de pesquisa e desenvolvimento para a cultura e toda cadeia produtiva do maracujá apresentam resultados importantes relacionados à produção de mudas por sementes e por propagação vegetativa, nutrição e adubação, manejo da irrigação, manejo da cultura (condução, podas, polinização e manejo da floração, manejo das plantas invasoras, controle de pragas e doenças), colheita, pós-colheita e comercialização (LIMA et al., 2002; LIMA, 2005). Todavia, ainda são grandes os desafios da pesquisa com relação aos aspectos fitotécnicos (LIMA, 2005; FALEIRO et al., 2006). A produtividade brasileira média de 13,4 t/ha.ano ainda é muito baixa, considerando o potencial da cultura de 50 t/ha.ano. A mudança desse cenário exige ações de pesquisa e desenvolvimento e também de transferência de tecnologia, com a consequente adoção de técnicas já existentes e a serem desenvolvidas, possibilitando que o produtor possa alcançar, em suas plantações, produtividades próximas de 50 t/ha.ano, o que já vem sendo obtido em plantações experimentais (LIMA, 2005; BORGES et al., 2005).

Entre os grandes desafios da pesquisa em maracujazeiro, aspectos relacionados ao germoplasma e ao melhoramento genético merecem destaque especial (FALEIRO et al., 2005, 2006). O número de cultivares comerciais é

pequeno, considerando a grande variabilidade dos agroecossistemas no Brasil. Muitas vezes, nos plantios comerciais não se utiliza sementes de cultivares melhoradas do maracujá-azedo, maracujá-roxo e maracujá-doce, limitando-se ao emprego de sementes aproveitadas de plantios anteriores. Além disso, faltam estudos de avaliação das cultivares melhoradas em diferentes agroecossistemas para estudo mais detalhado da interação genótipo x ambiente. Meletti et al. (2005) mostraram que existem, atualmente, apenas quatro cultivares de maracujá-azedo inseridas na Listagem Nacional de Cultivares do Mapa e nem todos os materiais listados estão disponíveis para a comercialização. O reduzido número de cultivares disponíveis para os produtores implica maior vulnerabilidade dos cultivos às doenças da parte aérea, principalmente, à virose-do-endurecimento-dos- frutos (“*Cowpea aphid-borne mosaic virus*”, CABMV), bacteriose [*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato], antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.] e verrugose (*Cladosporium* spp.) e às doenças causadas por patógenos do solo, principalmente fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* W. L. Gordon), podridão-fusariana (*Fusarium solani* (G. Martin) Appel & Wollenw. emend. W. C. Snyder & H. N. Hansen) e a podridão-do-pé ou do colo (*Phytophthora* sp.), podendo esses patógenos ocorrerem isolados ou de forma concomitante (RUGGIERO et al., 1996; JUNQUEIRA et al., 2002). De modo geral, as doenças, em conjunto, depreciam a qualidade do fruto e reduzem a produtividade e a longevidade da cultura.

O uso associado de cultivares resistentes a outras técnicas de manejo integrado é a medida mais eficaz, econômica e ecológica de controle de doenças. O desenvolvimento de cultivares resistentes é estratégico para todas as culturas agrícolas e, no caso do maracujá, tal estratégia é ainda mais necessária considerando a alta suscetibilidade das atuais cultivares comerciais às principais doenças (JUNQUEIRA et al., 2005).

Conclusão e perspectivas

A análise da evolução da cadeia produtiva do maracujá no Brasil permite concluir que as ações de pesquisa e desenvolvimento têm sido de grande importância. Entretanto, considerando a dinâmica da agricultura tropical, são grandes os desafios e demandas tanto na área fitotécnica quanto na área de melhoramento genético. Com esses avanços científicos, a perspectiva para os próximos anos é a melhoria da produtividade com aumento da importância da cultura no agronegócio brasileiro.

Outro grande desafio é fazer com que o conhecimento gerado pela pesquisa seja disponibilizado e utilizado. Nesse sentido, além do investimento em

Ciência e Tecnologia para a geração de conhecimentos, são necessárias ações fortes e regionalizadas de transferência de tecnologias, permitindo o uso dos conhecimentos de forma prática e aplicada, garantindo, assim, a sustentabilidade do agronegócio e de toda a cadeia produtiva do maracujá.

Referências

- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R.; OLIVEIRA, D. A. Maracujá no contexto do desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 509-556.
- BORGES, R. S.; SCARANARI, C.; NICOLI, A. M.; COELHO, R. R. Novas variedades: validação e transferência de tecnologia. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 619-639.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-210.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54p.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. A variabilidade genética do maracujazeiro e as novas alternativas para os sistemas de produção. In: BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R. (Ed.). **Maracujá: sistemas de produção**. 2007. No prelo.
- ITI Tropicals. Disponível em: <www.passionfruitjuice.com>. Acesso em: 24 agos. 2007.
- JUNQUEIRA, N. T. V. Manejo integrado de doenças de anonáceas, manga, goiaba e maracujá. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 358-382.
- GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. Fruta da Paixão: panorama econômico do maracujá no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 36, p. 29-36, 2006.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, A. P. O.; CHAVES, R. C.; GOMES, A. C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 1005-1010, 2003.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.
- LIMA, A. A. Aspectos fitotécnicos: desafios para a pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 639-677.
- LIMA, M. M. **Competitividade da cadeia produtiva do maracujá na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno-Ride** Brasília, 2001. 171 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília.
- MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.). **Maracujá: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil).

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agronômico. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-158.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996, 64 p. (Série Publicações Técnicas Frupep, 19).

Parte 4

Frutas potenciais

Foto: Luiz Carlos Donadio



Capítulo 1

Frutas nativas potenciais

Luiz Carlos Donadio

A maioria das frutas nativas já serve de alimento há muito tempo, pois era explorada extrativamente pelos indígenas, como observado pelos colonizadores, e continua sendo, embora muito menos atualmente, por causa da domesticação e da mudança de hábitos. Muitas espécies foram melhoradas pelos indígenas, conforme relatado em trabalhos como os de Kerr (1993) e Clement (1996), embora o primeiro autor denuncie a deficiência de nutrição do caboclo atual na Amazônia, mesmo tendo à sua disposição muitos frutos e produtos ricos em vitaminas e outros nutrientes. Outros pesquisadores de frutas nativas brasileiras já enumeravam o valor potencial que elas tinham como alimento (MATTOS, 1983; CAVALCANTE, 1991). Passados mais de um século de estudos e informações sobre frutas nativas fornecidas por cientistas como Huber, Le Cointe, Ducke e Hoehne, apenas uma dezena de frutas ganhou importância comercial no cenário frutícola brasileiro. Algumas mantêm apenas importância regional e o volume comercializado depende do extrativismo.

Em uma tentativa de enumerar as frutas nativas com maior potencial, podem-se listar: castanha-do-pará, camu-camu, umbu, pequi, mangaba, baru, açaí, bacuri, cupuaçu, jaboticaba, araçá, pupunha, abiu, pitanga, sapucaia, sapota, feijoa, maná ou cubiu, além das espécies que já se tornaram de grande importância comercial como o caju (*Anacardium occidentale* L.), a goiaba (*Psidium guajava* L.), o mamão (*Carica papaya* L.), o abacaxi (*Ananas comosus* L.), o guaraná (*Paullinia cupana* H. B. K.) e o maracujá (*Passiflora* spp.). As frutas citadas como potenciais receberam a atenção da pesquisa nas últimas décadas e tiveram melhoria na sua produção e produtividade, embora ainda longe de atingir o patamar de outras frutas melhoradas há muito mais tempo. Se examinada a lista de frutas nativas nos diversos ecossistemas brasileiros, pode-se constatar que há um grande número de frutas, cerca de 200 espécies, muitas das quais ainda inexploradas (GIACOMETTI, 1993). Para ampliar o número inicial citado como potencial,

poder-se-iam apontar outras como a bacaba (*Oenocarpus mapora*, H. Karsten), o murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss), o ingá (*Inga vera* Willd.), o araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh), o piquiá [*Caryocar villosum* (Aublet) Pers.], o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), a sapucaia (*Lecythis ollaria* Loefl.), a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg), a cereja-do-rio-grande [*Phyllocalyx involucratus* (D. C.) O. Berg ou *Eugenia involucrata* D. C.], o jenipapo (*Genipa americana* L.), o bacuripari [*Rheedia macrophylla* (Mart.) Planch & Triana], o buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) e a uvaia [*Eugenia pyriformis* Cambess. var. *uvalha* (Cambess.) D. Legrand].

Neste capítulo será abordado o desenvolvimento de algumas frutas nativas potenciais, adaptadas à região tropical, bem como os avanços ocorridos na pesquisa, produção e produtividade, com ênfase no Brasil; as condições ocorridas para tais avanços; os fatos importantes que levaram às mudanças; os principais desafios a vencer; as políticas públicas; as ações e decisões políticas e a geração de tecnologias e produtos desenvolvidos e seus impactos para as citadas espécies e, em conjunto, para as frutas nativas consideradas potenciais. Uma visão de futuro para a fruticultura tropical baseada nas espécies citadas como potenciais também é discutida ao final.

Mangaba

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) ganhou importância como fruta industrial nas últimas décadas pelo uso de sua polpa, principalmente para a produção de sucos e sorvetes. Só recentemente foi estudada e os temas mais abordados são o germoplasma de mangaba e a propagação da espécie. Farias Neto e Pereira (2006) constataram a ocorrência muito alta da espécie no Cerrado do Centro-Oeste o que, entretanto, não a coloca fora do risco de extinção, principalmente de ecótipos, em virtude de sua ocorrência na faixa litorânea (CHAVES, 2006). Ao mesmo tempo, grande variabilidade em relação aos caracteres morfológicos, fisiológicos e físico-químicos foi determinada em estudos realizados em germoplasma do Nordeste e Norte brasileiros por Ferreira et al. (1996) e Nogueira et al. (1999), citados por Lederman et al. (2000). Na Fig. 1 são apresentadas diferentes formas e tamanhos que caracterizam o fruto da mangaba.

Em trabalhos realizados por Parente e Machado (1986), Gonzaga Neto et al. (1988), citados por Lederman et al. (2000), na década de 1980, foi estudada a propagação seminífera. Mais recentemente vem sendo avaliada a propagação por enxertia, ainda pouco utilizada (PEREIRA et al., 2006) em mangaba, e a micropropagação (LEMOS et al., 2006); esta última ainda sem resultados

Fotos: Luiz Carlos Donadío



Fig. 1. Diferentes formas e tamanhos que caracterizam o fruto da mangaba.

conclusivos por causa da variação das respostas obtidas para os diferentes genótipos estudados. Mendonça (2006), por sua vez, vem estudando métodos de extração da semente e qualidade fisiológica.

Outros temas nos quais a pesquisa já avançou, estudados por Lederman et al. (2000) e Borges e Zica (2000), citados por Lederman et al. (2000) e mais recentemente estudados por Vieira Neto et al. (2006), Espíndola e Ferreira (2006) e Alves et al. (2006), são os de implantação e técnicas de manejo do pomar, doenças e pragas, nutrição mineral, colheita e pós-colheita. No caso das doenças, constatou-se que várias delas, que ocorrem em baixos níveis nas plantas nativas, podem tornar-se ameaça ao seu cultivo em escala comercial. No caso da colheita e pós-colheita, os principais estudos realizados mostraram que a fruta pode ser adequada aos processos usuais, mas há o entrave da grande variabilidade de maturação. Estudos de determinação do ponto de colheita adequado e outros devem ser mais bem avaliados.

As maiores deficiências da cultura da mangaba são a falta de matéria-prima adequada e padronizada em volume suficiente e com preços mais baixos, o que facilitaria a ampliação do seu mercado.

Pupunha

Com origem provável na Amazônia, a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) foi mais bem estudada a partir da década de 1980, com os trabalhos de Mora Urpi e Clement, citados por Clement (2000), e desse com outros autores. Eles afirmam que o desenvolvimento inicial da cultura foi baseado na sua utilização, pelos indígenas americanos, como madeira e fonte de energia para a subsistência (CLEMENT, 2000) e também como fonte de caroteno e palmito;

esse último apenas ocasionalmente, embora, mais recentemente, o palmito tenha sido o propulsor da cultura da pupunha no Brasil. Trabalhos da década de 1990 (CLEMENT, 2000) permitiram conhecer melhor essa palmeira, citada como a única que foi domesticada pelos primeiros povos americanos. Quando os europeus chegaram às Américas, a pupunha era tão importante quanto o milho (*Zea mays* L.) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), como matéria-prima para a produção de farinha.

Foram estabelecidos centros de diversidade da pupunha, suas raças primitivas e suas diferenças, segundo a origem, estando distribuída em duas áreas: a) a oriental, na Amazônia e norte da América do Sul; e b) a ocidental, na América Central e no noroeste da América do Sul (CLEMENT, 2000). O melhor conhecimento das raças e suas diferenças levaram o autor citado a sugerir que a base genética da espécie era suficiente para a realização de trabalhos de melhoramento específicos para a produção de fruto, farinha ou palmito. Exemplo da variação na cor e na forma do fruto de pupunha encontrado em Belém, no Estado do Pará, é apresentado na Fig. 2. Esse rico material encontra-se em coleções de germoplasma em diversos locais, como na Embrapa Amazônia Oriental, na Embrapa Acre, Unidades Descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e no Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo. Todavia, infelizmente, pela falta de recursos adequados para a sua manutenção, várias dessas coleções correm o risco de serem perdidas.

A pupunha foi avaliada no Brasil desde a década de 1980 (ARKCOLL; AGUIAR, 1984; CLEMENT; MORA URPI, 1987, citados por CLEMENT, 2000), com base no fato de que o fruto é consumido cozido na época da safra e muito bem aceito na Amazônia. Na Costa Rica, há indústrias que oferecem o produto processado em vidros e latas. A pupunha é ainda muito procurada com a

Fotos: Luiz Carlos Donadio



Fig. 2. Variação na cor e na forma do fruto de pupunheira encontrado em Belém, PA.

finalidade de fornecer sementes destinadas à produção de plantas palmito; é usada na confecção da bebida chamada “caissuma”, também comercializada em alguns países; bem como na produção de farinha para panificação, doces e confeitaria; madeira; ração animal; e óleo. No caso da panificação, há informações de seu uso com a farinha de trigo com bons resultados. O óleo da pupunha tem grande potencial como alternativa ao do dendê (*Eloeis guineensis* Jacq.), entretanto, ainda não é utilizado.

Os avanços no conhecimento sobre propagação, manejo agrônomico, doenças e pragas, colheita e pós-colheita, assim como sobre a industrialização da pupunha, apresentam alguns resultados, mas ainda podem ser considerados necessários, embora os trabalhos de propagação, manejo e nutrição já tenham alguns resultados consistentes, seja no monocultivo seja na agrofloresta, com outras espécies frutíferas, já existindo projetos comerciais que adotam esse modelo de produção (CLEMENT, 2000). Quanto às doenças, foi observado que no monocultivo há ocorrência de algumas, sendo previsível o seu aumento, no futuro, assim como o de pragas, fato que deve ser preocupação da pesquisa e dos produtores. Embora com poucos estudos sobre a colheita da pupunha, os dados de produtores e algumas alternativas criadas por eles já permitem colheita manual adequada, embora a mecânica seja a mais adequada para grandes plantios. A pós-colheita é um dos problemas mais sérios da cultura, uma vez que o fruto estraga logo após a colheita, determinando a necessidade de cozimento imediato para melhor conservação. A industrialização é praticada em vários países latino-americanos baseada em informações da pesquisa, ou até no conhecimento tradicional, mas ainda necessitando de sistematização (CLEMENT, 2000).

Umbu

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda ex Kost.) dos índios da Bahia já despertava, na segunda metade do século 16, a atenção dos colonizadores pelas qualidades de seu fruto, conforme relatado no informativo da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado da Bahia (Faeb), por ocasião do 4º Congresso Brasileiro de Fruticultura. Mais recentemente, Lima et al. (2000), abordando a cultura na série *Frutas Nativas* da Sociedade Brasileira de Fruticultura, citam cerca de 50 trabalhos que, de alguma forma, referem-se a essa importante frutífera nativa. Desses, cerca de um terço trata da sua botânica e caracterização, enquanto outra parte aborda a questão da propagação da planta e a sua composição e nutrição. Poucos trabalhos abordam a genética, o melhoramento ou outros temas. Nos congressos brasileiros de fruticultura, realizados desde o início da década de 1970, os temas básicos

são os mais abordados em relação ao umbu, denotando que essa frutífera é, de modo geral, pouco estudada.

A importância do umbu em várias regiões do Nordeste onde é nativo, principalmente no centro de diversidade Nordeste/Caatinga (GIACOMETTI, 1993), que abrange vários estados nordestinos, é indicativa da existência de grande variabilidade de formas e tipos, tendo sido constatadas variedades hortícolas da espécie (CORREA, 1978; PIRES, 1990, citados por LIMA et al., 2000). Da mesma forma, trabalhos de coleta e avaliação do umbu apontam a grande variabilidade fenotípica da espécie (SILVA et al., 1987; LIMA et al., 1996, citados por LIMA et al., 2000). Nesse contexto, apesar de a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e a Embrapa manterem coleções de germoplasma, é necessária a formação de um amplo banco de germoplasma do produto.

Alguns avanços na área de propagação do umbuzeiro já foram obtidos (SILVA et al., 1976; ANDRADE et al., 1989; GONZAGA NETO et al., 1989; OLIVEIRA et al., 1989; LEDERMAN et al., 1991; PEDROSA et al., 1991; NASCIMENTO et al., 1993, citados por LIMA et al., 2000), indicando que, além da propagação seminífera, pode-se propagar o umbuzeiro por enxertia. Estudos sobre nutrição também vêm sendo realizados (NEVES et al., 2004).

Constatou-se que diversas pragas e doenças podem afetar o umbuzeiro, como cochonilhas (*Pinnaspis* spp.), cupim (*Cryptotermes* spp.), irapuá (*Trigona spinipes* Fabr.), mosca-branca (*Aleurodicus cocois* Curtis), lagarta-de-fogo (*Megalopyge lanata* Stoll), vaquinha (*Diabrotica speciosa* Germar) e mané-magro (*Stiphra robusta* Mello-Leitao), além das doenças septoriose (*Septoria* sp.) e verrugose (*Sphaceloma spondiadis* Bitancourt e Jenkins). Métodos de controle dessas pragas e doenças vêm sendo preconizados.

Boa parte do umbu colhido das plantas nativas é comercializada para consumo ao natural ou para processamento caseiro, apesar de já existirem técnicas que possibilitam o processamento da polpa congelada, que, quando foi enviada à Europa, experimentalmente, teve boa aceitação. Alguns supermercados comercializam a polpa congelada. Tanto a fruta como a polpa têm alta aceitação e a demanda não é atendida fora do Nordeste. Em 2002, técnicos da Paraíba publicaram resultados de trabalhos realizados sobre pós-colheita e o processamento do umbu-cajá (*Spondias* sp.) (LIMA et al., 2002), com importantes informações.

Cupuaçu

Desde os trabalhos pioneiros com o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) K. Schum.] desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e no Centro Nacional de Pesquisa do Trópico

Úmido (Embrapa Amazônia Oriental) nas décadas de 1980 e 1990 (CALZAVARA et al., 1984; VENTURIERI et al., 1993), seu cultivo e sua importância aumentaram bastante, tendo como base os trabalhos dessas e de outras instituições. Como observa muito bem Venturieri et al. (1993), na década de 1990, o cupuaçu passou a ser mais uma fruta amazônica de importância, depois do cacau (*Theobroma cacao* L.), do caju, do mamão, da goiaba, do abacaxi e do guaraná.

Os trabalhos iniciais com o cupuaçuzeiro tiveram por mérito definir o sistema de cultivo para a espécie com o estudo da viabilidade e germinação de sementes, a propagação por enxertia, as principais recomendações agrônomicas para cultivo, bem como os usos e qualidades do fruto (MULLER et al., 1981; 1984; SANTOS; CONDURU, 1972; CLEMENT; VENTURIERI, 1990; VENTURIERI, 1984; 1989; 1992; 1985, citados por VENTURIERI, 1993).

Na década de 1990, houve maior interesse pela fruta e o seu principal produto, a polpa, que começou a ser exportada e utilizada para a elaboração de sorvete e de suco em outros estados, além da Amazônia. Na Fig. 3 são apresentados exemplares de cupuaçu, coletados em Belém, no Estado do Pará. Venturieri e Vieira (1989), citados por Venturieri (1993), acusavam o aumento dos plantios em decorrência do aumento da procura, mas alertavam para os problemas do processamento caseiro do cupuaçu, principalmente em relação à higiene e à exploração extrativa do produto.

Os trabalhos mais recentes com o cupuaçu, publicados na *Revista Brasileira de Fruticultura* ou apresentados em eventos como os congressos da Sociedade Brasileira de Fruticultura, indicam os avanços alcançados na cultura do cupuaçuzeiro, principalmente em relação ao melhor conhecimento do germoplasma, ao seu processamento e, sobretudo, à seleção de material genético resistente a doenças (VENTURIERI, 1993; SOUZA et al., 1996).

Fotos: Luiz Carlos Donadio



Fig. 3. Fruto de cupuaçuzeiro coletado em Belém, PA.

Açaí

Como planta nativa da Amazônia Oriental brasileira e de alguns países da América do Sul, o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) tornou-se uma das fruteiras de maior interesse nos últimos 20 anos. O uso e o valor da polpa do açaí para a elaboração de refresco e energético são bastante apreciados na região, tendo sido difundido mais recentemente para todo o País e, em menor escala, também para o exterior. Como suporte à cultura do açaizeiro, muitos trabalhos vêm sendo realizados, sobretudo, para melhor conhecimento acerca de sistemas de cultivo e do germoplasma disponível. Trabalhos sobre ecologia da planta e valor nutricional têm ajudado a conhecer melhor a cultura e, desde 1985, a Embrapa Amazônia Oriental e o IAC mantêm um banco de germoplasma de açaí; esse último com o objetivo de manutenção de acessos para a exploração de palmito.

Em revisão realizada por Oliveira et al. (2000) é citada cerca de uma centena de trabalhos feitos sobre açaí nos últimos 20 anos, em seus diversos aspectos, mormente na Região Amazônica, na Embrapa Amazônia Oriental (NAZARÉ et al., 1996, 1998, 1997; CARVALHO et al., 1998, 1999; NOGUEIRA et al., 1997, 1998, 1995; OLIVEIRA et al., 1998, 1993, 1995, citados por OLIVEIRA et al., 2000), também na Região Sudeste, em São Paulo (BOVI et al., 1986, 1987, 1997, citados por OLIVEIRA et al., 2000). Rocha (2004), citado por Oliveira et al. (2000), conclui que o açaí possui características ecológicas que favorecem o manejo sustentável pela alta densidade e frequência, regeneração e grande produção. Todavia, apesar de já haver plantios organizados de açaizeiro, o extrativismo continua sendo a principal forma de exploração da cultura (OLIVEIRA et al., 2000).

Em virtude do interesse pelo produto, surgiram empresas que passaram a processá-lo e a produzir bebidas isotônicas e outros produtos já comercializados no exterior. O potencial como corante de alimentos também foi identificado (NAZARÉ et al., 1996, 1998, citados por OLIVEIRA et al., 2000) e em sua região de origem o açaí é muito utilizado na culinária doméstica.

Bacuri

Apesar de o bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) ser uma das fruteiras mais procuradas nos mercados de algumas capitais do Norte e Nordeste do País, como Belém (Fig. 4), São Luís e Teresina, toda a produção ainda provém de plantas nativas, isto é, depende do extrativismo, mantendo-se altos os preços e a rentabilidade obtida (SOUZA et al., 2000). O conhecimento disponível

sobre a ecologia, a taxonomia e a biologia dessa fruteira ainda é recente (CAVALCANTE, 1996; MORAES et al., 1994; VILLACHICA et al., 1996; MOURÃO et al., 1995, citados por SOUZA et al., 2000), mas já pode ser apontado como um avanço.



Fotos: Luiz Carlos Donadio

Fig. 4. Bacuri comercializado no mercado em Belém, PA.

O centro de origem e dispersão do bacurizeiro é no Estado do Pará, onde está localizada a Embrapa Amazônia Oriental. Até o ano de 2000 não havia um banco de germoplasma específico dessa fruteira, o que foi apontado como prioritário por alguns pesquisadores (SOUZA et al., 2000; CLEMENT 1996), pois a variabilidade genética existente pode estar sendo comprometida. Além disso, a disponibilidade de ampla diversidade genética permitiria a obtenção de clones mais produtivos, pois o rendimento de polpa de bacuri ainda é baixo.

Alguns trabalhos básicos de propagação e manejo agrônomico já foram realizados, dando suporte ao cultivo dessa fruteira (CARVALHO et al., 1998, 1999; CALZAVARA, 1970; SOUZA et al., 2000, citados por SOUZA et al., 2000). Todavia, como fruta colhida de planta nativa, mais estudos são necessários sobre a colheita e a pós-colheita, além daqueles já realizados (VILLACHICA et al., 1996), evidenciando que a colheita de frutos caídos no chão, manejo comumente adotado pelos produtores, não permite a obtenção de produto com a qualidade necessária (TEIXEIRA, 2000). Além de Teixeira (2000), outros autores (SOUZA et al., 2000; SANTOS, 1982, citados por SOUZA et al., 2000) caracterizaram a polpa do bacuri e informam que a procura pela polpa tem demanda crescente tanto para sorvete como para a fabricação de suco, doce, pudim e compota. Apesar do baixo rendimento em polpa, algumas indústrias pequenas vêm no bacuri uma matéria-prima de interesse em função do bom mercado para o produto.

Assim, mesmo com a evolução já atingida no conhecimento sobre a cultura do bacurizeiro (CLEMENT, 2000), o produto é credor de maior atenção pela

qualidade do seu fruto e pelo potencial que representa para a região da qual é nativo.

Jaboticaba

Como principal representante de fruteira nativa nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil, a jaboticabeira adapta-se ao clima subtropical, engloba várias espécies (*Plinia* spp., *Myrciaria* spp.) e tem importância não apenas como fruteira de fundo de quintal, sendo comercializada nos mercados, feiras e supermercados, principalmente no Sul e Sudeste do País. Entretanto, poucos são os trabalhos científicos acerca dos principais tópicos que embasam seu cultivo comercial. Alguns trabalhos relativos à colheita, pós-colheita (DUARTE et al., 1997, 1995; MAGALHÃES, 1993; PEREIRA et al., 2001, citados por DONADIO, 2000) e caracterização (MARTINS et al., 2004) da jaboticabeira têm sido realizados. Todavia, apesar de algum avanço ter sido atingido no conhecimento relativo a aspectos de colheita e pós-colheita, isso se deveu às exigências do mercado para comercialização da fruta, implementadas por alguns produtores e comerciantes sem um bom suporte da pesquisa. Apoio tem sido dado a estudos sobre a taxonomia da espécie (MATTOS, 1983, 1993; MOURA, 1972, citados por DONADIO, 2000), a propagação (ANDERSEN et al., 1975; SAMPAIO, 1992) e a nutrição (SILVA et al., 1994, 1984; SOUZA, 1992, citados por DONADIO, 2000).

Finalmente, evidencia-se a necessidade de maior ação na pesquisa acerca da jaboticabeira. Apesar de existirem mais de dez espécies nativas no Brasil, não há um banco de germoplasma dessa frutífera, o que gera alto risco de perda da variabilidade genética disponível.

Pitanga

Fruta conhecida há bastante tempo, também no exterior, a pitanga (*Eugenia uniflora* L.) tem sido utilizada no preparo de polpas e sucos e apresenta grande potencial em misturas com outras frutas, conforme Bezerra et al. (2000). Esses autores relatam cerca de 30 trabalhos que abordam essa fruta, tendo sido organizado, pela Sociedade Brasileira de Fruticultura, um texto que aborda os vários aspectos da cultura e os conhecimentos básicos sobre a espécie. O primeiro autor, juntamente com outros técnicos, vem realizando alguns trabalhos sobre a propagação e o germoplasma da pitangueira em Pernambuco, por meio do IPA.

Com base nos trabalhos realizados nas duas últimas décadas e pelo interesse que a indústria vem demonstrando, o plantio dessa fruteira aumenta nos

estados de Pernambuco e da Bahia, alguns bem organizados. Lederman et al. (1992), citados por Bezerra et al. (2000), alertam para o aumento na incidência de pragas, como a mosca-das-frutas e as brocas do tronco, e dos ramos que afetam as plantas em plantios mais densos.

Cajá

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) (Fig. 5), também chamada de taperebazeiro ou cajazeiro-mirim, é uma espécie com grande potencial apesar de ainda não existirem plantios organizados. O fato de apresentar propagação vegetativa facilita o seu cultivo em escala comercial, já tendo sido iniciado o estudo de clones de cajazeira no Ceará (SOUZA et al., 2006). Para que o cultivo comercial da espécie seja, de fato, impulsionado, um aspecto fundamental a ser trabalhado é a redução do porte elevado da planta.

Fotos: Célio Kersul do Sacramento



Fig. 5. Frutos da cajazeira utilizados também na elaboração de suco, sorvete e néctar.

Sacramento e Souza (2000) citam cerca de 20 trabalhos realizados no Brasil sobre o cultivo dessa frutífera, e quase a metade deles é relativa à propagação da espécie. Outros temas abordados foram a caracterização física e química (ALDRIGUE, 1988; SILVA et al., 1999) e doenças que incidem na cajazeira (FREIRE; CARDOSO, 1997, citados por SACRAMENTO; SOUZA, 2000). Filgueiras et al. (2000) estudam a caracterização e o aproveitamento do cajá, geralmente como suco, sorvete e néctar.

No Nordeste, onde a fruta e seus produtos são muito populares, outras anacardiáceas também têm interesse comercial, a exemplo do umbu (*Spondias tuberosa* L.), da serigüela (*Spondias purpurea* L.) e do umbu-cajá (*Spondias* sp.). Esse último já é utilizado comercialmente, da mesma forma que o cajá,

tendo grande procura por suas boas qualidades (LIMA et al., 2002). Lima et al. (2002) destacam o valor que o umbu-cajá apresenta para consumo ao natural, pela ausência de sementes e a qualidade de sua polpa, além da facilidade de apresentar propagação vegetativa.

Outras frutas

Outras fruteiras nativas do Brasil podem ganhar importância comercial, pois há boa base de pesquisa realizada, a exemplo da goiaba-serrana ou feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] (Fig. 6), nativa do Planalto Meridional Brasileiro, e do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), mirtácea encontrada em estado silvestre no Brasil desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (DUCROQUET et al., 2000; RASEIRA; RASEIRA, 1996), por serem frutas de algum interesse e conhecidas também no exterior.

Fotos: Luiz Carlos Donadio



Fig. 6. Goiaba-serrana ou feijoa, espécie nativa do Planalto Meridional brasileiro.

Além dessas, existe a uvaia (uvalha ou uvaieira), que ocorre nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo; as guabirobas, gabiroba ou guavira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) e a cereja-do-rio-grande [*Phyllocalyx involucratus* (D. C.) O. Berg ou *Eugenia involucrata* D. C.], que são encontradas desde Minas Gerais e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, e merecem maior atenção pela boa aceitação de seus frutos, seja para consumo ao natural seja para a produção de geléias, sucos e outros produtos. Todavia, ainda são poucos os trabalhos realizados sobre essas espécies frutíferas nativas do Brasil tropical (SANTANA, 2007; FRANZON; RASEIRA, 2006; VALLILO et al., 2004).

Entre as fruteiras nativas da Amazônia, também merecem atenção o abiu [*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.], o maná ou cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal), a sapucaia ou cabeça-de-macaco (*Lecythis ollaria* Loef. ou *L. pisonis* Cambess.), o camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh], o araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh), o araçá-pêra (*Psidium acutangulum* D. C.), a sapota [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen ou *Manikara jaimiqui* (C. Wright) Dubard subsp. *emarginata* (L.) Cronquist] e outras das quais existem alguns trabalhos que mostram suas qualidades e mesmo a possibilidade de plantio comercial, embora apenas o camu-camu e o cubiu e, em menor escala, o abiu, tenham ganhado alguma importância fora da região Amazônica (DONADIO et al., 2002; ALVES et al., 2000). Trabalhos com cubiu (SILVA et al., 2005), tucumã (*Astrocarium aculeatum* Meyer) (FERREIRA et al., 2006) e murici [*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth.] (BENEZER et al., 2006), para citar os mais recentes, são poucos.

Para todas essas fruteiras e para as demais centenas de espécies amazônicas, é imperioso um maior volume de recursos técnicos e econômicos para que ganhem maior suporte e tenham a possibilidade de adentrar no cultivo comercial, mesmo que localizado. Antes, porém, é necessária, além de estudos e de germoplasma, a sua conservação *in situ* e *ex situ* para evitar o risco de perdas irreparáveis.

No Cerrado também há grande número de espécies frutíferas, algumas de interesse potencial e outras que já se tornaram comerciais, embora ainda como extrativas. Dessas, o baru (*Dypterix alata* Vog.) (Fig. 7a), o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.) (Fig. 7b), a cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.), o buriti (*M. flexuosa* L. f.) e o marolo ou araticum (*Annona crassiflora* Mart.) devem ser destacados (RIBEIRO et al., 2000). Dois trabalhos recentes sobre o pequi abordam a micropropagação (SANTOS et al., 2006), a maturação e a nutrição em relação à qualidade da polpa (OLIVEIRA et al., 2006).

Trabalhos conduzidos na Embrapa Cerrados (ALMEIDA et al., 1987, 1998; RIBEIRO et al., 1981, 1985, 1996) têm mostrado a importância das frutas

Fotos: Luiz Carlos Donadio



Fig. 7. No Cerrado há grande número de espécies frutíferas que já se tornaram comerciais, embora ainda como extrativas, destacando-se: A) Baru; B) Pequi.

citadas para a região e o potencial de algumas delas. Deve-se dar atenção ainda ao jatobá, ao murici, ao araçá, à gabirola (*Campomanesia* spp.) e aos ingás (*Inga* spp.) (ALMEIDA et al., 1998).

Para o baru já existem informações que possibilitam o seu cultivo em escala comercial (RIBEIRO et al., 2000), baseadas em estudos de sua ecologia, utilização, valor alimentar e potencial de produção, apesar de a alternância ser um dos problemas apontados pelos pesquisadores (SANO; VIVALDI, 1996). Informações sobre o cultivo agrônômico foram obtidas por vários autores (AGUIAR et al., 1992; CARVALHO, 1994; ALMEIDA et al., 1987; TOLEDO FILHO, 1985, citados por RIBEIRO et al., 2000), embora o extrativismo seja, ainda, o meio fornecedor dessa fruta ao mercado.

Em relação ao araticum também há algumas informações que podem levar ao seu plantio comercial, embora toda a produção ainda esteja no extrativismo. Ribeiro et al. (2000) citam vários outros autores que estudaram essa importante fruta do Cerrado. A sua ocorrência natural foi estudada por Ratter et al. (2000) e Durigan et al. (1999), citados por Ribeiro et al. (2000). Trabalhos de botânica foram conduzidos por Almeida et al. (1998); de fenologia, por Alvim (1964), Ferreira (1973), Bianco e Pitelli (1986) e Ribeiro (1991), citados por Ribeiro et al. (2000). A biologia reprodutiva foi bem estudada por vários autores (GOTTSBERGER, 1989; GOTTSBERGER et al., 1988; RIZZINI, 1971; OLIVEIRA, 1991, citados por RIBEIRO et al., 2000) bem como a ecofisiologia, a nutrição e a utilização (RIBEIRO et al., 2000). Esses autores também agruparam os trabalhos sobre colheita, pós-colheita e industrialização do araticum, mostrando o seu mercado potencial. Outras anonáceas, nativas ou não no Cerrado merecem também a atenção da pesquisa.

A Mata Atlântica é outro bioma onde ocorrem muitas espécies nativas de frutíferas, podendo ser citada, pelo menos, uma centena delas. Dessas, as mais importantes são algumas mirtáceas, como a jaboticaba, os araçás e outras como a cabeludinha (*Myrciaria glazioviana* Kiersk. Barroso & Sobral), o cambucá (*Plinia edulis* Vell.), o guabiju [*Myrcianthes pungens* (O. Berg.) D. Legrand.], as gabirolas, a uvaia e as pitangas. Outras, como várias espécies de maracujá (*Passiflora* spp.), pinhão [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze], palmeiras e anonáceas podem ter valor, embora muitas tenham sido pouco estudadas. A composição química do cambuci (*Campomanesia phaea* Berg. Landr.) foi avaliada por Vallilo et al. (2005), todavia, várias dessas espécies estão sob risco de extinção.

No Bioma da Caatinga, região com mais de um milhão de hectares, desde o Nordeste até Minas Gerais, Espírito Santo, Maranhão e Piauí, destacam-se fruteiras que se adaptam ao clima seco, como muitas espécies de bromeliáceas

e cactáceas. Os mais importantes são o caju, o umbu e a mangaba, além de outras com potencial como o jatobá, o murici, o pequi e o jenipapo.

Já no Bioma Pantanal, cerca de uma centena de espécies foram identificadas e Pott e Pott (1994) fizeram uma avaliação preliminar das características das espécies ocorrentes, com destaque para os usos regionais das fruteiras, com algumas apresentando potencial para a exploração agrícola.

Considerações finais

A maioria das espécies frutíferas nativas com potencial para a utilização comercial ainda é pouco explorada no Brasil. Quando ocorre, a exploração é feita na forma extrativista de plantas nativas com grande variabilidade, o que torna o produto final muito heterogêneo, prejudicando seu valor comercial.

Outro ponto crítico é a conservação do germoplasma da maioria das fruteiras, que corre sérios riscos de perdas, uma vez que são poucos os bancos e até esses carecem de mais recursos para seu bom funcionamento e ampliação.

Como fator positivo em prol de algumas das frutas nativas mencionadas, há o seu valor intrínseco de qualidade, o que possibilita a sua procura tanto nas regiões produtoras como fora delas e até no exterior. Todavia, a demanda não é atendida, nesse caso, por falta de plantios organizados que forneçam matéria-prima de qualidade e em quantidade suficiente.

Apesar de terem sido destacados os avanços alcançados no conhecimento de algumas fruteiras, é preciso mencionar que os recursos e o pessoal envolvido nesses trabalhos ainda estão aquém do necessário. Os programas de pesquisa tanto públicos como privados ainda são tímidos para a maioria das frutas nativas comentadas, além de outras que nem sequer foram atendidas em suas necessidades básicas. O objetivo é a ampliação do número de frutas a serem utilizadas comercialmente.

Referências

- ALDRIGUE, M. L. Caracterização física, química e físico-química do cajá (*Spondias lutea* L.). In.: SEMINÁRIO AGROPECUÁRIO DO ACRE, 2., 1986, Rio Branco. **Anais...** Brasília: Embrapa-Uepae de Rio Branco, 1988. P. 323-327.
- ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Brasília: Embrapa, 1998. 464 p.
- ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. F.; MOURA, C. F. H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. 66p (Série Frutas Nativas, 9).

- ALVES, R. E.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, S. de M.; FIGUEIREDO, R. W. de, Colheita e pós-colheita. In: **Cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa, 2006. p. 207-220.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. **As frutas silvestres brasileiras**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 203 p.
- BARROS, D. I.; BRUNO, R de L. A.; NUNES, H. V.; SILVA, G C da; PEREIRA, W. E, MENDONÇA, R. M. N. Métodos de extração de sementes de mangaba visando à qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 25-27. 2006.
- BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, C. A. Floral biology and reproductive system of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, in an Amazonian savanna. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 20, p. 159-168. 2006.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDERMAN, I. E. **Pitanga (*Eugenia Uniflora* L.)** Jaboticabal, 2000. 30 p. (Série Frutas Nativas, 1).
- CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura tropical**: o cupuaçuzeiro, cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém: Embrapa-CPATU. 1984. 101 p. (Documentos, 32)
- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 18 p. (Boletim de Pesquisa, 203).
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Edições Cejup. CNPq: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1991. 279 p.
- CHAVES, L. J. Recursos genéticos no Cerrado. In: **Cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa. 2006. p. 75-84.
- CLEMENT, C. R. Erosão genética nas coleções de germoplasma da Amazônia brasileira: causas, conseqüências, opções. In: ENCONTRO DE PESQUISA DA AMAZÔNIA, 8., 1996. Porto Velho. 12 p.
- CLEMENT, C. R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Palma)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 48p (Série Frutas Nativas, 8).
- DONADIO, L. C. Brazilian fruit crop. **Chronica Horticulturae**, Wageningen, v. 35, n. 2, p. 11-12, 1995.
- DONADIO, L. C. **Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell. Berg)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 55 p. (Série Frutas Nativas, 3).
- DONADIO, L. C.; MORO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Ed. Novos Talentos, 2002. 288 p.
- DUCROQUET, J. P. H. J.; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*)** Jaboticabal: Funep, 2000. 66 p. (Série Frutas Nativas, 5).
- ESPINDOLA, A. C., FERREIRA, E G. Nutrição mineral. In: **A Cultura da Mangaba**. Embrapa. 2006. p. 159-168.
- FARIAS NETO, J, T. de; PEREIRA, L. A. F. Recursos genéticos na Amazônia. In: **Cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa, 2006. p. 86-90.
- FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de fruteiras tropicais e subtropicais no Brasil. In: REUNIÃO DO MESFIN DE RECURSOS GENÉTICOS DE PLANTAS, 1., 1997. Funchal, Madeira. 29 p.
- FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. de O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Artrocryum aculeatum*). **Acta Amazônica**, v. 36, n. 2, p. 141-146. 2006.
- FRANZON, R. C., RASEIRA, M. C. do. Germinação in vitro e armazenamento de pólen de *Eugenia involucrata* DC (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 18-22, 2006.
- GIACOMETTI, D. C.; Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS. 1992. Cruz das Almas. **Anais...** Embrapa, CNPMF, 1993. p. 13-27.

KERR, W. E. Fruteiras brasileiras nativas e o seu papel na solução de problemas alimentares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS. Cruz das Almas. **Anais...** 1993. p. 29-34.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPINDOLA, A. C. M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Fomes)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 35 p. (Série Frutas Nativas).

LEMOS, E. E. P. de; COSTA, M. A. P. de C.; ALOUFA, M. A. I.; LEDO, A. da S. Micropropagação. In: SILVA JÚNIOR, J. F. da; LEDO, A. da S. (Ed). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 125-133.

LIMA, L. F. N.; ARAUJO, J. E. V.; ESPINDOLA, A. C. M. **Umbu *Spondias tuberosa* Arr. Cam.)** Jaboticabal: Funep, 2000. 29 p. (Série Frutas Nativas).

LIMA, E. D. P. de; LIMA, C. A. de A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. **Umbu-cajá (*Spondias* spp.)**. Aspectos de pós-colheita e processamento. João Pessoa: Ed. Universitária, 2002. 57 p.

MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. S. de; LEITE, J. B. V. L.; GANGA, R. M. D.; SCALOPPI, E. J.; ANDRADE, R. A.; MOREIRA, E. F. C. Caracterização de quatro grupos de jaboticabeiras nas condições de Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 482-485, 2004.

MATTOS, J. R. de. **Cambuci e cambucá: fruteiras nativas do Brasil**. Florianópolis, 2001. 107 p.

MATTOS, J. R. de. **Fruteiras nativas do Brasil: jaboticabeiras**. Porto Alegre, 1983. 92 p.

NEVES, O. S. C.; ASSÁ, J. R. de; CARVALHO, J. G. de. Crescimento e sintomas visuais de deficiências de micronutrientes em umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 306-309, 2004.

NODA, H.; SOUZA, L. A. G.; FONSECA, O. J. M. **Duas décadas de contribuição do Inpa à pesquisa agropecuária no trópico úmido**. Manaus: Inpa, 1997. 332 p.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREF, M. F. F. Pragas. In: **Cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa, 2006. p. 191-206.

NOGUEIRA, O. L.; CARVALHO, C. J. R. de; MÜLLER, C. H. ; GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.; OLIVEIRA, M. do S. P. de.; CARVALHO, J. E. U de; ROCHA NETO, O. G. da; NASCIMENTO, W. M. O. do; CALZAVARA, B. B. G. **A cultura do açaí**. Belém: Embrapa-CPATU; Brasília: Embrapa -SPI, 1995. 50 p. (Coleção Plantar, 26)

OLIVEIRA, M. S. P. de; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 52 p. (Série Frutas Nativas).

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. C. N.; SIMÕES, M. O. M.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura de polpa de pequi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; ARAUJO, A de; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação por enxertia. In: **Cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa, 2006. p 111-124.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa, SPI. 1994. 474 p.

RASEIRA, M. do C. B.; RASEIRA, A. **Contribuição ao estudo do araçazeiro *Psidium cattleianum***. Pelotas: Embrapa-CPACT, 1996. 95 p.

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; FONSECA, C. E. L. da. **Araticum (*Annona crassiflora*)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 52 p (Série Frutas Nativas).

RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; BRITO, M. A.; FONSECA, C. E. L. **Baru (*Dipteryx alata* Vog)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 41. (Série Frutas Nativas).

ROCHA, E. Potencial ecológico para o manejo de frutos de araçazeiro (*Euterpe precatoria* Mart) em áreas extrativistas do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n.2, p. 237-250, 2004.

- SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42 p (Série Frutas Nativas).
- SANTOS, B. R.; PAIVA, R, NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, D. P. C.; MARTINOTTO, C.; SOARES, F. P.; PAIVA, P. D. de; Micropropagação de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 293-296, 2006.
- SANTANA, P. J. A. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae)**. São Paulo. 2007. 81 p. Dissertação (Mestrado apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, na Área de Concentração de Plantas Vasculares).
- SILVA, D. B. da; SILVA, J. A. da; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa, 2002. 179 p.
- SILVA FILHO, D. F. de, YUYAMA, L. K. O., AGUIAR, J.P.L. OLIVEIRA, C. 7 MARTINS, L.H.P.. Caracterização e avaliação do potencial agrônomo e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal) in Amazonia. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 399-406, 2005.
- SOUZA, A. G. C.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L.; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. C.; CRUZ, A. A. **A Fruteiras da Amazônia**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 204 p.
- SOUZA, V. A. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAUJO, E. C. E.; ALVES, R. E. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 72 p. (Série Frutas Nativas).
- SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. D. de; CRISOSTOMO, J. R. Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na Chapada de Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 414-420, 2006.
- TEIXEIRA, G. H. A. **Frutos do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**: caracterização, qualidade, e conservação. Jaboticabal, 2000. 106 p. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) Unesp-FCAV.
- VALLILO, M. I.; GARBELOT, M. L.; OLIVEIRA, E. de; CAMARGO, L. C. A. Caracterização física e química dos frutos de cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.
- VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu**: a espécie, sua cultura, usos e processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

Capítulo 2

Frutas exóticas potenciais

Ildo Eliezer Lederman
Josué Francisco da Silva Junior
Célio Kersul do Sacramento
José Edmar Urano de Carvalho
Oswaldo Kiyoshi Yamanishi

A maioria das fruteiras exóticas cultivadas no Brasil e que atualmente faz parte de expressivos mercados nacional e internacional foi introduzida de diferentes continentes e o seu cultivo teve adaptação regionalizada por conta de características ambientais. As dimensões continentais do Brasil aliadas à grande diversidade de clima e solo proporcionaram rápida e progressiva expansão da fruticultura de clima tropical (banana – *Musa* spp., abacaxi – *Ananas comosus* (L.) Merrill, mamão – *Carica papaya* L., goiaba – *Psidium guajava* L., maracujá – *Passiflora* spp., coco – *Cocos nucifera* L., caju – *Anacardium occidentale* L. e outras), subtropical (citros – *Citrus* spp., uva – *Vitis vinifera* L., abacate – *Persea americana* Mill. e caqui – *Diospyros kaki* Thunb.) e temperado (maçã – *Malus domestica* Borkhausen, pêssego – *Prunus persica* (L.) Batsch, ameixa – *Prunus* spp. e quivi – *Actinidea deliciosa* (A. Chev), C. F. Lian & A. R. Ferguson). Muitas outras espécies frutíferas exóticas também se aclimataram adequadamente às condições brasileiras e já vêm sendo cultivadas com relativo sucesso todavia, sem ainda alcançar níveis expressivos como aqueles registrados nos países onde são produzidas comercialmente.

É o caso, por exemplo, das sapindáceas lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), longan [*Dimocarpus longan* (Lour.) Steud] e rambutão (*Nephelium lappaceum* L.) e da clusiácea mangostão (*Garcinia mangostana* L.) que têm, nos países asiáticos, os maiores produtores mundiais e que só nos últimos 20 anos vêm despertando a atenção dos fruticultores nacionais. Outras como a jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lamarck), a carambola (*Averrhoa carambola* L.), a fruta-pão [*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg], a macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) e o sapoti [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen], apesar de serem conhecidas do consumidor brasileiro, ainda não estão sendo devidamente exploradas em toda a sua potencialidade.

Dados estatísticos sobre a produção e a comercialização dessas frutas praticamente inexistem, todavia, a forte demanda e a boa remuneração obtida pelos produtores têm contribuído largamente para a geração e o desenvolvimento de tecnologias apropriadas ao seu cultivo em condições tropicais.

A lista de frutas exóticas potenciais não se restringe apenas às citadas acima, mas essas são as de maior importância relativa e com perspectiva de expansão do cultivo. Outras espécies como o tamarindo (*Tamarindus indica* L.), a cirigüela (*Spondias purpurea* L.), a cajarana ou cajá-manga (*Spondias dulcis* Sol. ex Parkinson), os jambos (*Syzygium* spp.) e a romã (*Punica granatum* L.), apesar de amplamente disseminadas pelo País, ainda necessitam de grandes investimentos em pesquisa contemplando todo o sistema de produção. Outras como o longan (*Dimocarpus longan* Lour.), o figo-da-índia [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] e a pitaiá (*Cereus undatus* Haworth), introduzidas para a exploração comercial somente há pouco tempo, têm suas áreas de cultivo ainda restritas e as pesquisas tiveram início no País apenas recentemente.

Jaca e fruta-pão

O gênero *Artocarpus*, família Moraceae, possui importantes representantes entre as fruteiras cultivadas pelo homem nos trópicos. Duas espécies se sobressaem pelo relevante papel que desempenham para a população brasileira: a jaqueira (*A. heterophyllus* Lamarck) e a fruteira-pão (*A. altilis* Parkinson). Ambas apresentam enorme potencial para a exploração, sendo, por isso, ainda incluídas no rol das frutíferas subutilizadas.

A jaqueira (Fig. 1), originária do subcontinente indiano (AZAD; HAQ, 1999) é uma das mais populares fruteiras naturalizadas do Brasil, onde encontrou a sua segunda pátria. Foi introduzida pelos portugueses no século 17 (DONADIO et al., 1998) e hoje está presente em quase todos os estados do País, em áreas urbanas e na zona rural, em pequenas e também em grandes populações, como na região de Muritiba, no Recôncavo Baiano, ou na Zona da Mata de Pernambuco, sobretudo na região de Aldeia, Paudalho e Carpina. Embora seja mais explorada no Norte e no Nordeste, principalmente nas áreas úmidas litorâneas e brejos de altitude, também ocorre no Centro-Oeste e no Sudeste. O Brasil destaca-se como o mais importante produtor do Novo Mundo (MORTON, 1987b) e os seus frutos alcançam excelentes preços no mercado interno, sendo utilizados não apenas para o consumo in natura. A parte comestível da jaca são os frutículos encontrados no interior dos grandes sincarpis, que ultrapasse a uma centena, e cada gomo ou bago contém um grande caroço recoberto por polpa cremosa, viscosa e muito

aromática (Fig. 2). A jaqueira é importante matéria-prima também para a agroindústria de doces e compotas no Nordeste, onde a demanda é maior do que a oferta. O cultivo é feito com pouca ou nenhuma técnica, e as pesquisas e tecnologias geradas no País são ainda escassas.

Foto: Ildo Eliezer Lederman



Fig. 1. A jaqueira é uma das mais populares fruteiras naturalizadas do Brasil.

Foto: Ildo Eliezer Lederman



Fig. 2. A parte comestível da jaca são os frutículos. Cada gomo ou bago contém um caroço recoberto por polpa cremosa, viscosa e aromática.

Apesar de existirem cultivares selecionadas no Sudeste Asiático, Índia, Sri Lanka e Austrália (MORTON, 1987b; CRANE; BALERDI, 2000), no Brasil são conhecidos apenas dois tipos de jaqueira: os que produzem frutos de polpa dura, a jaca dura (Fig. 3a), e os de polpa mole, a jaca mole ou manteiga (Fig. 3b), não havendo cultivares recomendadas. Nesse sentido, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) desenvolve trabalhos de pré-melhoramento no único banco de germoplasma da espécie do País, por meio da caracterização dos seus 42 acessos (SILVA JUNIOR et al., 1999). Em Cruz

das Almas, no Estado da Bahia, trabalhos de caracterização de germoplasma em populações naturais também foram desenvolvidos pela Universidade Federal da Bahia (LORDELO, 2001).

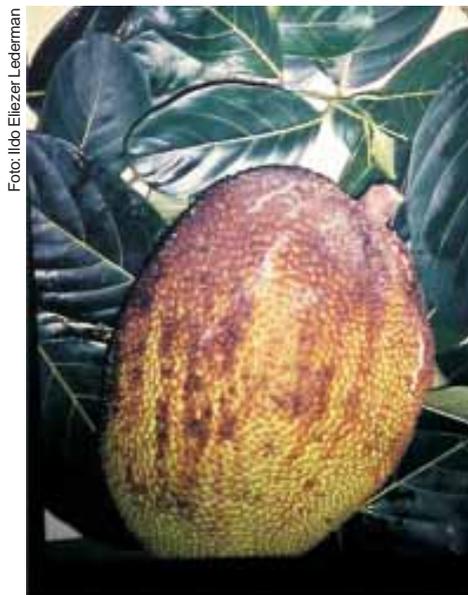


Fig. 3a. Jaca-dura. Frutos de polpa dura.

Fig. 3b. Jaca-mole ou manteiga.



A maioria das pesquisas brasileiras é dirigida para a obtenção de biocompostos para uso na medicina, como a jacalina, além de substâncias contidas nas sementes, as lectinas, que podem ser usadas no tratamento de queimaduras (ROQUE-BARREIRA; CAMPOS NETO, 1985; ROSA et al., 1999).

As tecnologias geradas para a melhoria do sistema de produção da cultura consistem em técnicas de propagação vegetativa desenvolvidas pelo IPA, nas quais foram obtidos bons resultados com relação à enxertia do tipo borbúlia em placa de janela aberta (77 % de pegamento) e à alporquia (90 %) (LEDERMAN et al., 1993). Sampaio (1986) também obteve relativo sucesso, com taxa de pagamento de 67,5 % no tipo garfagem à inglesa simples.

A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac) indicou a jaqueira como alternativa para consórcio, entre outras, com o cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) e o cupuaçuzeiro [*T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.] no sul da Bahia (LEITE et al., s.d.).

Na área de tecnologia de alimentos, foram desenvolvidas técnicas para o processamento e a produção de doces e compotas (SOLER, 1993), utilizando-se a indústria, preferencialmente, da jaca do tipo dura para a confecção desses produtos. Além disso, estudos vêm sendo realizados visando à produção de farinha para uso na formulação de alimentos a partir do caroço (GASPARETO et al., 2003). Recentemente, com a utilização sempre crescente da atmosfera modificada para a conservação dos frutos, gomos de jaca minimamente processada acondicionada em bandejas de poliestireno e revestidas com filme de cloreto de polivinil (PVC), de baixa densidade, já são encontrados para comercialização nas grandes redes de supermercados do Nordeste.

A fruteira-pão (Fig. 4) é originária da região que se estende do Sudeste Asiático até a Polinésia (RAGONE, 1997) e foi introduzida no Brasil em 1801 (DONADIO et al., 1998). Ocorre nas áreas úmidas do País, sobretudo na região litorânea, sendo muito utilizada como fonte de alimento pela população que consome os seus frutos cozidos, assados ou fritos.



Foto: Ildo Eliezer Lederman

Fig. 4. A fruteira-pão foi introduzida no Brasil em 1801.

Dois tipos de fruteira-pão são conhecidos no Brasil: a fruteira-pão que produz frutos com sementes e a que produz frutos sem sementes. No entanto, são relatadas inúmeras variedades nos seus centros de diversidade (MORTON, 1987a). Apesar da importância dessa fruta para a alimentação em países da Ásia e da Oceania, no Brasil, as pesquisas são bastante exíguas e mesmo existindo manuais contendo informações a respeito do seu plantio e manejo,

como o editado pela Embrapa Amazônia Oriental (CALZAVARA, 1987), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a sua exploração é realizada apenas em pomares domésticos e quintais. Estudos sobre a utilização não apenas da fruteira-pão, mas também da jaqueira, em sistemas agroflorestais poderão gerar resultados bastante satisfatórios.

Atualmente, pesquisas têm sido realizadas para a utilização medicinal de uma lectina da fruta-pão, a frutalina, para o tratamento do câncer de mama (FERREIRA et al., 2002).

Carambola

A caramboleira *Averrhoa carambola* L. (família Oxalidaceae) é uma planta originária da Ásia, típica das regiões tropicais de ambos os hemisférios. É uma espécie exótica cultivada por quase todo o território brasileiro, com exceção das regiões mais frias e sujeitas a geadas (OLIVEIRA et al., 1989). Apesar de amplamente disseminada por quase todas as regiões do Brasil, ainda é pouco explorada comercialmente e a sua produção, estimada em 3 mil toneladas, é proveniente, em sua maioria, de pomares domésticos (DONADIO, 1989; SAUCO et al., 1993). Na última década, em razão da diversificação e do interesse crescente por frutas exóticas, alguns plantios comerciais foram implantados no Estado de São Paulo. Estima-se que a área de cultivo da caramboleira seja de aproximadamente 300 ha, localizada predominantemente na Região Sudeste, onde o volume de comercialização da fruta na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) foi de aproximadamente 2 mil toneladas por ano entre os anos de 2000 e 2003.

Alguns países asiáticos como Taiwan, Malásia e Tailândia e também países sul-americanos como o Brasil e a Colômbia estão entre os principais produtores e exportadores de frutos in natura para mercados potenciais como a Europa e os Estados Unidos da América (DONADIO et al., 2001).

As inovações tecnológicas que foram incorporadas ao sistema de produção da caramboleira no Brasil basearam-se, entre outras coisas, na capacidade dessa espécie de rápido desenvolvimento, sua alta produção e a necessidade de seleção de material do tipo doce com baixos teores de ácido oxálico. Embora não estejam bem definidas quais as principais cultivares de carambola comercializadas no mercado, sabe-se que Arkin (originária da Flórida e com sabor doce) e B-10 (originária da Malásia e com sabor azedo) estão entre as mais aceitas. A primeira é destinada, principalmente, ao consumo interno

in natura e à exportação para o Japão, enquanto 'B-10' destina-se, preferencialmente, à fabricação de sucos, compotas e geléias, e exportação para países da Europa. Além dessas, 'Golden Star' e 'Fwang Tung', originárias da Flórida e da Tailândia, respectivamente, são também cultivadas no País, porém em menor escala.

No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético da caramboleira visando à seleção de cultivares nacionais foram baseados em avaliações de plântulas de cultivares comerciais introduzidas da Flórida, Taiwan e Malásia e, só recentemente, por meio de prospecção genética de plantas promissoras, coleta, formação de banco de germoplasma e avaliação de genótipos com características agrônômicas superiores. Araújo (2000) selecionou um tipo chamado 'C1' dentre 15 plantas de um pomar comercial em Mirandópolis, São Paulo, baseado na qualidade do fruto. Recentemente, Donadio (2000) selecionou a 'Nota 10' de plântulas de introduções feitas da Flórida. A carambola '5 Estrelas' (Fig. 5), por sua vez, foi obtida por seleção massal feita no Banco de Germoplasma de Caramboleira, do IPA, dentre 70 plantas (IPA, 2000).

Foto: Ildo Eliezer Lederman



Fig. 5. A carambola '5 Estrelas'.

Considerando que na maioria dos pomares comerciais e domésticos instalados no País, até a década de 1990, foram utilizadas plantas propagadas quase que exclusivamente por sementes, haja vista a alta segregação que ocorre quando a caramboleira é propagada por esse processo, o Brasil oferece amplas possibilidades de selecionar novas cultivares cujas características venham a atender às constantes mudanças e tendências dos exigentes mercados estrangeiros.

A preservação dessas características só é possível por meio da propagação vegetativa, sendo a enxertia (borbulhia ou garfagem) o método mais utilizado comercialmente. Outros processos de propagação, entre eles a estaquia em

câmara de nebulização, vêm sendo estudados com o objetivo de obtenção de mudas em menor espaço de tempo e com menor custo em relação ao processo convencional. Bastos (2002), estudando a estaquia da caramboleira, cultivar B-10, obteve 63 % de enraizamento utilizando estacas herbáceas apicais tratadas com 5 mil ppm de ácido indolbutírico no período de verão.

Outra vantagem comparativa do Brasil é a sua condição de País de clima essencialmente tropical, o que favorece a obtenção de diversos ciclos produtivos de carambola durante o ano, podendo-se, com isso, direcionar a produção de frutos para o período de maior demanda e alta dos preços, que ocorrem entre os meses de setembro e dezembro.

Os trabalhos de melhoramento em curso no Brasil aliados à adoção de práticas agrícolas modernas que visem à melhoria da qualidade do fruto, à obtenção de frutos em períodos de pouca oferta por parte dos países produtores, à extensão da vida de prateleira, à conservação pós-colheita e à eficiência nos tratamentos fitossanitários, são imperiosos para que o País possa consolidar-se no mercado internacional.

Nesse aspecto, as moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp., *Anastrepha obliqua* Macquart e *Ceratitis capitata* Wiedemann) são as que causam maiores danos à caramboleira e o seu controle é imprescindível para atender às exigências quarentenárias para a exportação de frutos aos principais mercados consumidores mundiais (SAUCO et al., 1993; DONADIO et al., 2001). Ainda não há inseticidas registrados para o controle das moscas-das-frutas, pelo que não se podem estabelecer recomendações específicas, contudo, o ensacamento dos frutos, o uso de armadilhas atrativas ou o tratamento térmico pós-colheita têm sido eficientes como controle.

Além de ser consumida como fruta fresca, o grande atrativo para o uso da carambola no mercado de frutas minimamente processadas é, sem dúvida, a forma estrelada que ela apresenta após o corte transversal, prestando-se para a elaboração de saladas e decoração de bolos e drinques. Todavia, o seu uso ainda é restrito em razão da sua susceptibilidade ao escurecimento induzido pela oxidação dos compostos fenólicos e catalizado por enzimas oxidativas, principalmente a polifenoloxidase (PPO) (DURIGAN, 2004).

Já o armazenamento do fruto sob atmosfera modificada possibilitou o prolongamento da vida útil pós-colheita da carambola por até 45 dias, sob a temperatura de 12 °C e 95 % de umidade relativa. Sob essas condições, os frutos acondicionados em bandejas e revestidos com embalagens de polietileno de baixa densidade (10 micron) alcançaram a maior firmeza de polpa e conteúdo de acidez total, a melhor coloração, o menor conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) e ausência de manchas e podridões (NEVES et al., 2004).

Sapoti

O sapoti [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen] é uma das frutas mais saborosas dos trópicos. Também é a espécie frutífera mais popular da família das sapotáceas, na qual são incluídas ainda o abiu [*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.], o canistel [*P. campechiana* (Kunth) Baehni], o caimito (*Chrysophyllum cainito* L.), o mamey [*P. sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn], entre outras.

Entre as frutas tropicais ainda subutilizadas no Brasil, o sapoti é uma das que apresenta maior potencial para exploração econômica, o que fez com que, nos últimos anos, a expansão do seu cultivo aumentasse de maneira acelerada não só nas regiões úmidas do litoral, mas também nas áreas irrigadas do Semi-Árido do Nordeste. Apesar de encontrar-se disseminado por todo o País, as condições ambientais mais propícias para o cultivo do sapoti estão nas regiões Norte e Nordeste.

O sapotizeiro é uma espécie frutífera originária das regiões quentes e úmidas da América Tropical, que vão do sul do México às Américas Central e do Sul (Venezuela e Colômbia) (POPENOE, 1920; CHANDLER, 1962), sendo explorado comercialmente, sobretudo, na Índia, nas Filipinas, no Sri Lanka, na Malásia, no México, na Venezuela, na Guatemala, na Tailândia, na Indonésia, nos Estados Unidos da América (Flórida) e em alguns países da América Central e Caribe. Nessas regiões, a produção é quase totalmente voltada para o consumo dos próprios países de origem. No entanto, existe demanda crescente pela fruta em outros países, principalmente da Europa e na América do Norte (LAKSHMINARAYANA, 1980; MORTON, 1987; HEATON, 1997). A Índia é o maior produtor mundial com uma área cultivada em torno de 24 mil hectares (CHADHA, 1992), seguida pelo México, com 5.511 ha, onde o cultivo é realizado tanto para o consumo ao natural como para a extração de goma (LAKSHMINARAYANA, 1980; MORTON, 1987).

Em alguns perímetros irrigados do Nordeste, a introdução da cultura já apresenta resultados positivos. Os frutos oferecidos no mercado ainda são de baixa qualidade, mas a disponibilização de cultivares com características bem definidas e o cultivo racional poderão incrementar a qualidade do produto final. A oferta de frutos ocorre, praticamente, durante todo o ano com picos nos meses de maio a agosto.

No cenário mundial, o futuro do sapoti é bastante promissor uma vez que a fruta tem sido alvo de intensa procura por parte de produtores e consumidores. Na Índia, a produção continua crescendo acoplada a um ativo programa de melhoramento que, de longe, é o mais eficiente no mundo e que visa otimizar características de produção, armazenamento, transporte e mercado. No entanto, trabalhos de divulgação e promoção, tanto no Brasil

como no exterior, são de vital importância para aumentar o consumo dessa fruta e assegurar a expansão do seu cultivo.

A diferença entre as denominações utilizadas para o fruto do sapotizeiro, sapoti e sapota, é devida somente ao formato do fruto. Aqueles apiculados/ovalados são chamados de sapoti, já os arredondados/esféricos de sapota (Fig. 6). Coletas de germoplasma e observações realizadas nas áreas de produção têm constatado em todas as partes do mundo a existência de ambas as formas assim como de diferentes tamanhos numa mesma planta.

Foto: Ildo Eliezer Lederman

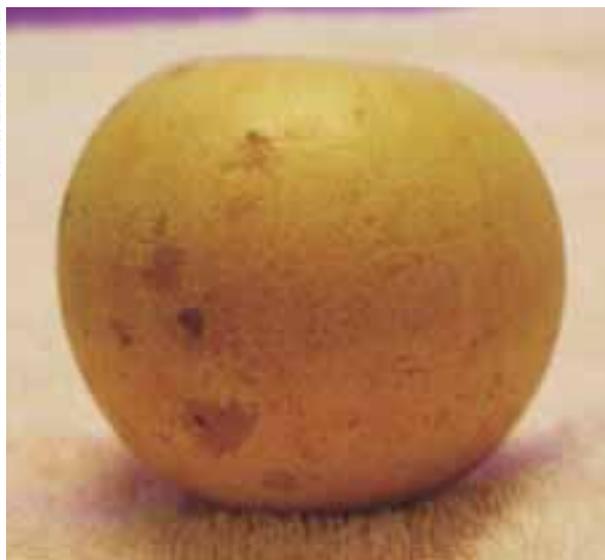


Fig. 6. Os frutos arredondados ou esféricos do sapotizeiro são chamados de sapota.

No Brasil, com base no trabalho de caracterização e avaliação dos 270 acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de sapotizeiro, instalado em Pernambuco, foi possível selecionar, entre eles, os dez melhores genótipos de acordo com suas características morfológicas, de produção e de qualidade do fruto. Desse trabalho, foi obtida a cultivar Itapirema-31 (Fig. 7), a mais difundida no Nordeste, estando presente na maioria dos plantios racionais da região. 'Itapirema-31' pertence ao grupo das sapotas, é altamente produtiva (209 kg/planta) e seus frutos arredondados e de polpa avermelhada são de ótima qualidade, possuindo peso médio de 187 g, diâmetro de 7,20 cm e comprimento de 6,07 cm.

Outra cultivar selecionada é a Chocolate, que pertence ao grupo dos sapotis e foi obtida também por meio de seleção massal no BAG – sapotizeiro do IPA. Possui frutos ovóides de excepcional qualidade com peso médio de 101 g, diâmetro de 5,7 cm e comprimento de 5,90 cm; atingindo produção média de 111 kg/planta.

Foto: Ilbo Eliezer Lederman



Fig. 7. Do trabalho de seleção feito no banco ativo de germoplasma de saptizeiro, foi obtida Itapirema-31, a cultivar mais difundida no Nordeste.

A Embrapa Agroindústria Tropical lançou as cultivares de sapoti BRS 227 Ipacuru e sapota BRS 228 Tropical, resultado de 10 anos de pesquisas em melhoramento sobre genótipos selecionados pelo IPA. Um dos diferenciais em relação às cultivares já existentes é o maior tamanho dos frutos. A ‘Ipacuru’ possui peso médio de 134 g e a ‘Tropical’ de 194 g. O teor de SST dessas cultivares é de 25 °Brix. Outra característica muito importante é o alto rendimento, chegando a 7.800 kg/ha.ano (‘Ipacuru’) e 8.000 kg/ha.ano (‘Tropical’) no oitavo ano, em espaçamento 6 m x 6 m. Ambas as cultivares produzem durante todo o ano, por meio do uso de fertirrigação e poda (EMBRAPA, s. d., a, b).

A propagação do saptizeiro pode ser feita por sementes e pelo processo vegetativo da enxertia (MOURA; BEZERRA, 1982). O processo de enxertia mais recomendado e que tem alcançado bom percentual de pegamento (80 %) é a garfagem lateral em porta-enxertos com 18 meses de idade e com diâmetro aproximado de 0,5 cm a 0,8 cm (LEDERMAN et al., 1993).

No Brasil, particularmente no Nordeste, tem-se utilizado unicamente o próprio saptizeiro com essa finalidade, que apresenta a vantagem da boa compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto e a grande disponibilidade de sementes para a formação da muda. No entanto, apresenta como desvantagem o lento crescimento da muda, aumentando assim a idade para o porta-enxerto atingir o ponto ideal de enxertia, que pode variar de 12 a 24 meses.

Recentemente, a embalagem dos frutos em filmes de polietileno de baixa densidade, criando em volta dos frutos uma atmosfera modificada, tem também sido testada, mas a sua utilização prática ainda é muito restrita. O trabalho realizado por Lederman et al. (2000), com a cultivar Itapirema-31, revelou a possibilidade de armazenamento dos frutos por mais de 3 semanas à temperatura de 10 °C, sem comprometimento das suas características físico-químicas e sensoriais.

Lichia

A lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), família Sapindaceae, é o fruto de uma árvore subtropical com porte elevado, podendo chegar a até 30 metros de altura, e de grande longevidade, originária da China onde é considerada a fruta nacional (ZHANG et al., 1997).

Os principais países produtores são: China, Índia, Tailândia, Vietnã, Bangladesh, Madagascar, África do Sul, Nepal, Austrália, Indonésia, Ilhas Maurício, Israel, Espanha, Estados Unidos da América, México e Brasil (MENZEL, 2001), com produção que oscila de 1,2 milhão a 2,5 milhões de toneladas, dependendo das condições climáticas, ocupando área superior a 1 milhão de hectares; sendo a China responsável por cerca de 60 % da produção e da área plantada.

A introdução da lichia no Brasil ocorreu por volta de 1810 no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (CARVALHO; SALOMÃO, 2000), mas os plantios comerciais tiveram início somente na década de 1970 no Estado de São Paulo onde, em 1997, foram registrados 347 ha (YAMANISHI et al., 2001). Com o boom no plantio de lichia na década de 1990 em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás e Distrito Federal, estima-se que a área plantada no Brasil seja superior a 1,5 mil hectares, dos quais, cerca de 25 % estejam em produção plena, 35 % em produção inicial e 40 % em crescimento (GARCIA-PÉREZ, 2006). O volume de 1.856 t de lichia comercializado pela Ceagesp no biênio 2004–2005 foi o maior de todos os tempos, sendo 7,7 vezes superior ao do biênio 2000–2001. Considerando que a Ceagesp comercializa em torno de 70 % da produção nacional, estima-se que a produção brasileira seja de aproximadamente 2,5 mil toneladas em ano “bom” e em torno de 700 toneladas em ano “ruim” de produção. A previsão é dobrar a produção em 5 anos e ultrapassar 10 mil toneladas por ano em 2020; mas esse aumento ainda é insignificante diante do potencial de consumo do mercado brasileiro.

O ciclo anual de produção inicia-se com a floração entre os meses de junho e julho, seguido pelo desenvolvimento da fruta entre os meses de agosto e setembro e finalizando com o amadurecimento e a colheita entre novembro e dezembro. Pode ocorrer variação de 1 a 2 meses nesse ciclo, de acordo com as condições climáticas da região.

A produção de frutos começa a partir dos 3 anos de idade (quando tecnicamente conduzida) e, por ser uma planta de grande longevidade, pode ultrapassar os 100 anos produzindo; em várias regiões da China existem lichieiras com mais de 1.000 anos.

Os frutos são produzidos em cachos, a casca é de cor vermelha e fácil de ser destacada. A polpa é gelatinosa, translúcida, não aderente à semente,

suculenta e de excelente sabor. Presta-se para o consumo ao natural, e para a fabricação de sucos, compotas e passa.

A literatura chinesa indica a existência de mais de 200 cultivares de lichia (ZHANG et al., 1997), porém se denota enorme dificuldade em sua correta identificação, em virtude dos inúmeros nomes atribuídos à mesma cultivar em diferentes regiões produtoras.

No Brasil, as cultivares comerciais por ordem de importância são: Bengal (Fig. 8), Americana (Fig. 9) e Brewster. Recentemente, foram identificadas as cultivares Haak Yip, Yu Her Pau e Nuomici em pequenas áreas no Estado de São Paulo, as quais foram introduzidas nas décadas de 1980 e 1990 por imigrantes chineses de Taiwan. No entanto, essas cultivares permanecem indisponíveis para os demais produtores.

Foto: Osvaldo Kiyoshi Yamaniishi



Fig. 8. A lichia 'Bengal', originária da cultivar Purbi da Índia, foi introduzida no Brasil em 1960. Sua produção ocupa a árvore toda, formando cachos.

Foto: Osvaldo Kiyoshi Yamaniishi



Fig. 9. A lichia 'Americana', originária da cultivar Nuomici, foi selecionada no Brasil, na década de 1960. Sua produção apresenta-se uniforme por toda a árvore, porém sem formação de cachos.

O grande gargalo da cultura da lichia no Brasil tem sido a falta de variabilidade genética, pois 99 % da produção está concentrada na cultivar Bengal, que é propensa à alternância de produção. Como consequência, verifica-se drástica oscilação na oferta da fruta (500 t/ano a 2.500 t/ano), assim como no preço ao consumidor (R\$ 5,00 a R\$ 20,00¹ por quilo de fruta) de um ano para o outro. Ademais, tem causado grande oferta da fruta num curto período (dezembro), resultando em baixos preços para o produtor.

Principais cultivares de lichia comercializadas no Brasil:

Bengal – originária de plântulas da cultivar Purbi, da Índia, selecionadas na Flórida, Estados Unidos da América, na década de 1940 e introduzidas no Brasil na década de 1960 pelo viveiro Dierberger, de Limeira, São Paulo. Sua produção ocupa a árvore toda (Fig. 8), formando cachos que às vezes superam 5 kg. Os frutos são grandes (23 g a 27 g) e na fase adulta pode produzir até 300 kg/planta. Apesar de apresentar produção alternante e baixa porcentagem de polpa (GALAN SAUCO; MENINI, 1987; VIEIRA et al., 1996; MENZEL, 2002), a sua alta produtividade e o fruto grande de cor vermelho intenso fez de Bengal a cultivar mais plantada, com mais de 95 % da área cultivada no Brasil e cultivar predominante na Índia, onde é conhecida como Rose Scented.

Americana – originária de plântulas da cultivar Nuomici trazidas da Flórida, Estados Unidos da América, e selecionadas no Brasil na década de 1960 pelo viveiro Dierberger, de Limeira, São Paulo. Sua produção apresenta-se uniforme por toda a árvore, porém sem formação de cachos (Fig. 9), o que dificulta a colheita e diminui a produção. Além disso, apresenta produção alternante conforme as condições climáticas (MARTINS et al., 2001). Esses motivos limitaram o seu plantio no Brasil.

Brewster – introduzida da Flórida em 1903 pelo reverendo Brewster da Província de Fujian onde é conhecida como Chenzi. Por apresentar produção fortemente alternante (GALAN SAUCO; MENINI, 1987; VIEIRA et al., 1996; MENZEL, 2002), não houve expansão do seu cultivo no Brasil.

A ausência de pesquisa, excetuando aquelas feitas por algumas universidades, como a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Campus de Jaboticabal; Universidade de Brasília (UnB) e Universidade Federal de Viçosa, e a inexistência de produtos registrados para a cultura e a falta de tratamento – livre de enxofre – para estender a vida de prateleira das frutas são entraves para a exportação da fruta fresca.

A grande inovação tecnológica da cultura da lichia no Brasil teve início a partir de 2004 com a introdução das cultivares Kwai May Pink, Kwai May Red, Feizixiao, Tai So, Souey Tung, Salathiel, Emperor, Haak Yip, Kaimana, Casino e Leighton,

¹ US\$ 2,83 a US\$ 11,32; valor dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.

oriundas da Austrália, e que estão sendo avaliadas em 20 municípios de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Bahia. Objetiva-se com a inserção das novas cultivares – precoces, meia estação e tardias –, combinadas com as condições climáticas diversas, ampliar o período de oferta da fruta no País de setembro a março, possibilitando explorar janelas no mercado internacional e local, onde há pouca ou nenhuma oferta da fruta fresca. Além disso, os plantios comerciais da cultivar Bengal, localizados em áreas marginais, onde a frutificação é irregular por causa da ausência de frio, podem ser viabilizados com a substituição de copas com as cultivares de menor exigência em frio.

Mangostão

O mangostanzeiro (*Garcinia mangostana* L.), família Clusiaceae, é uma espécie frutífera originária do Sudeste Asiático, onde o fruto é muito popular. Foi primeiramente introduzido no Brasil nos estados de Pernambuco e Bahia, na década de 1930. No primeiro estado, a cultura não logrou sucesso enquanto no segundo não despertou interesse imediato dos agricultores, por ser espécie de longa fase juvenil, só frutificando entre 6 e 8 anos após o plantio. Somente a partir de 1976 foi que, por iniciativa de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental e da Ceplac, na Bahia, o mangostão passou a ser mais intensivamente estudado e divulgado na Bahia, na Amazônia e em outras regiões do Brasil. Até então, havia pouco conhecimento sobre a planta e o seu cultivo, sendo a maioria das práticas adotadas baseada no cultivo da espécie no Sudeste Asiático.

As atividades iniciais de pesquisa e desenvolvimento com o mangostanzeiro enfatizaram aspectos relacionados à fenologia e à propagação da espécie. Em seguida, foram desenvolvidas pesquisas relacionadas às práticas de cultivo que permitiram estabelecer os procedimentos básicos para a produção de mudas, cultivo e conservação pós-colheita dos frutos (MÜLLER et al., 1995).

Atualmente, os dois principais estados produtores são o Pará e a Bahia. No primeiro, cerca de 20 mil árvores estão sendo cultivadas, oriundas de sementes produzidas pelas matrizes introduzidas em 1942, na Embrapa Amazônia Oriental, responsáveis pela produção anual de 400 toneladas a 800 toneladas de frutos. Número semelhante de plantas é encontrado na Bahia, com maior concentração no Município de Una (SACRAMENTO, 2001). Ressalte-se que, tanto na Amazônia como na Bahia, a expansão da cultura do mangostanzeiro não teve nenhum impacto sobre a vegetação primária, haja vista que a totalidade dos pomares foi implantada em áreas ocupadas anteriormente por outras culturas.

O mangostanzeiro constituiu opção para a diversificação da fruticultura na Amazônia e na Zona Cacaueira da Bahia (Fig. 10). O sucesso dessa cultura nesses locais despertou o interesse de agricultores de outras regiões do Brasil,

principalmente dos estados do Espírito Santo e de São Paulo, onde os primeiros pomares já se encontram implantados e alguns em início de produção. Mais recentemente, foram adquiridas sementes por instituições de pesquisa e por produtores do Piauí, Ceará e Pernambuco, que vislumbram a possibilidade do cultivo da espécie em áreas irrigadas, visando à produção de mangostão para o mercado externo, principalmente para a América do Norte.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Fig. 10. O mangostanzeiro constitui alternativa para a diversificação da fruticultura na Amazônia e na Zona Cacaueira da Bahia.

Os pomares pioneiros de mangostanzeiro foram implantados com mudas oriundas de sementes. Conquanto não haja problemas decorrentes de segregação, pois as sementes de mangostão são apomíticas, existe um fator adverso que é a longa fase juvenil de plantas propagadas por via semínifera. Os trabalhos realizados na Embrapa definiram procedimentos para a propagação dessa espécie por enxertia pelo método de garfagem no topo em fenda cheia, obtendo-se porcentagens de enxerto pego próximas a 100 %. Plantas assim propagadas produzem os primeiros frutos após 2,5 anos e 3 anos. Além disso, a utilização de mudas enxertadas possibilitou a implantação não só de pomares com maior densidade de plantas por hectare (400 plantas/ha) como tornou possível a realização de desbaste de frutos e facilitou a colheita e o controle de pragas e doenças.

O desbaste, no caso de o ápice do ramo apresentar dois ou mais frutos em formação, é uma prática que proporcionou melhoria na qualidade dos frutos. Sem a utilização do desbaste, apenas 30 % dos frutos atingiriam o tamanho ideal para comercialização. Nas plantas em que se efetua o desbaste, deixando entre 600 frutos e 800 frutos, a proporção daqueles aptos para a comercialização é superior a 80 % desde que não haja a interferência de outros fatores durante o processo de formação e maturação dos frutos. Isso é importante em decorrência do fato de que grande parte da produção da fruta destina-se aos mercados das regiões Sudeste e Centro-Oeste, onde frutos de maior tamanho têm maior valor.

A área cultivada com mangostanzeiro no Brasil apresenta tendência de crescimento sobretudo em decorrência da introdução da espécie em locais onde até então não era cultivado. A inserção da fruta no mercado externo constitui grande desafio em virtude das rígidas barreiras fitossanitárias e da ocorrência de alguns problemas ainda não totalmente solucionados como, por exemplo, o endurecimento da casca e a exsudação da resina na parte comestível.

A casca do mangostão, que representa 70 % do peso do fruto (Fig. 11), apresenta em sua composição uma classe de substâncias que tem despertado grande interesse no segmento de alimentos funcionais: as xantonas. Essas substâncias agem no organismo humano trazendo benefícios à saúde por terem alto poder antioxidante. Na casca do mangostão são encontradas oito xantonas, entre elas a mangostinona (ASAI et al., 1995). Em decorrência dessa característica, o mangostão vem sendo aproveitado integralmente e diversos produtos, obtidos com a trituração de todas as partes do fruto (casca, polpa e sementes), já são encontrados nos mercados nacional e internacional. Outras formas envolvem a mistura do extrato da casca com os sucos do noni (*Morinda citrifolia* L.), do goji (*Lycium barbarum* L.) e do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), frutos que também têm conquistado novos mercados por se enquadrarem no grupo de alimentos funcionais. Cápsulas contendo extrato da casca de mangostão já podem ser encontradas no mercado.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Fig. 11. O mangostão, ou mangostin, é aproveitado integralmente (casca, polpa e sementes).

Noz-macadâmia

A noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), família Proteaceae, é originária das florestas tropicais costeiras da Austrália e sua noz é considerada a mais saborosa entre as nozes comercializadas. Entretanto, por ser a mais recente no mercado, representa menos do que 2 % do volume das nozes comercializadas no mundo. A macadâmia é uma noz esférica de coloração marrom (Fig. 12), com uma amêndoa de cor branca-cremosa que

contém de 68 % a 76 % de óleo, 9 % de proteínas, 9 % de carboidratos e 2 % de fibra. É consumida de forma natural, assada, em bolos, chocolates e utilizada em enorme variedade de produtos. A macadâmia é cultivada na Austrália, nos Estados Unidos da América (Havaí), na África do Sul, no Quênia, em Malawi, na Guatemala, no Brasil, na Colômbia, na Costa Rica, no Zimbábue, na Nova Zelândia, no Equador, na Bolívia e no Paraguai.

Foto: Célio Kersul Sacramento



Fig. 12. Nozes da noqueira macadâmia.

No Brasil, as primeiras mudas de noqueira-macadâmia foram introduzidas em 1931, pela empresa Dierberger Agrícola, e em 1948 e 1955 houve novas introduções pelo Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo (TOLEDO PIZA et al., 1999). Em 2002, havia cerca de 5.020 ha plantados com macadâmia no País em, aproximadamente 150 propriedades espalhadas pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Paraná. Conforme a Horticultural & Tropical Products Division (2003), em 2001/2002 a produção foi estimada em 86.054 t e, de acordo com a Associação Brasileira de noz-macadâmia, a produção estimada de nozes de macadâmia (*nut in shell*) e de amêndoas foi de 97.300 t e 26.650 t, respectivamente, em 2005.

As temperaturas mais favoráveis ao cultivo da macadâmia situam-se entre 22 °C e 25 °C, com média das mínimas de 18 °C a 20 °C e, no Brasil, é cultivada em locais de altitudes variando desde 50 m (Eunápolis, Bahia) e 70 m (São Mateus, Espírito Santo), passando por 370 m a 450 m (Piraí, Rio de Janeiro) e 600 m (maioria dos municípios paulistas), até 1,25 mil metros (Poços de Caldas, Minas Gerais). Boas florações e excelente qualidade de nozes são observadas nos municípios com altitude acima de 400 m.

Os plantios iniciais da noqueira-macadâmia no Brasil foram baseados, principalmente, em cinco cultivares havaianas 344, 508, 660, 741 e 800, das quais as cultivares 344 e a 660 foram as mais plantadas. De 1968 a 1979 foram lançadas

pelo IAC diversas seleções de noqueiras-macadâmia para plantio comercial: IAC 2-23; IAC 4-20, IAC 1-21 A, IAC 9-20, IAC 5-10, IAC 3-4 A, IAC 4-12 B, IAC 8-17, IAC Campinas A e IAC Campinas B (BARBOSA et al., 1991). Nos novos plantios, no Estado de São Paulo, além das cultivares 344 e 660, têm sido utilizadas as seleções do Instituto Agrônomo IAC 4-12B, Campinas B, IAC 4-20 e IAC 9-20.

Para cultivos comerciais (Fig. 13), a noqueira-macadâmia deve ser propagada vegetativamente a fim de manter as suas características genéticas e reduzir o período juvenil, sendo a enxertia o método mais utilizado. No Brasil as pesquisas conduzidas por Dall’Orto et al. (1988) demonstraram a possibilidade de redução do tempo de produção de mudas de macadâmia de 18 para apenas 12 meses.

Foto: Célio Kersul Sacramento



Fig. 13. Nogueira-macadâmia introduzida no Brasil em 1931.

O óleo da macadâmia possui qualidade superior ao óleo de oliva e é indicado para pessoas com alto nível de colesterol. Estudos têm revelado que gorduras saturadas contribuem para o aumento do colesterol no sangue, enquanto altas proporções de gorduras poli e monoinsaturadas, como as encontradas no óleo de macadâmia, protegem contra doenças cardiovasculares, reduzindo o colesterol total e aumentando o colesterol ligado às lipoproteínas de alta densidade, o HDL (High Density Lipoprotein), conhecido como bom colesterol (MACNUTS, 2003). Com isso, abre-se novo campo para a pesquisa e a comercialização da macadâmia como alimento funcional e também para a sua utilização na produção de cosméticos.

A casca das nozes, por sua vez, possui alto poder calorífico e pode ser utilizada em fornalhas (SACRAMENTO, 1996). Estudos realizados por Xavier et al. (1993) verificaram que as conchas, que representam 55 % da produção da noqueira, possuem alto poder calorífico (4.400 cal/g) e podem ser utilizadas para gerar energia na secagem das nozes.

Referências

- ARAUJO, P. S. R.; SCARPARE FILHO, J. A.; MINAMI, K. **Carambola**: fruto com formato e sabor únicos. Piracicaba: Esalq, 2000. 34 p. (Série Produtor Rural, n. 12).
- ASAI, F.; TOSA, H.; TANAKA, T.; INUMA, M. A xanthone from pericarps of *Garcinia mangostana*. **Phytochemistry**, v. 39, n. 4, p. 943-944, 1995.
- AZAD, A. K.; HAQ, N. **Germplasm catalogue of jackfruit in Bangladesh**. Southampton, UK: International Centre for Underutilised Crops, 1999. Disponível em: <www.soton.ac.uk/~icuc/frunut.htm>. Acesso em: 19 jun. 2001.
- BALERDI, C. F.; CRANE, J. H. **The sapodilla (*Manilkara zapota* Van Royen) in Florida** Homestead, Florida: Horticultural Sciences Department – Florida Cooperative Extension Service – IFAS – University of Florida, 2000. (Fact Sheet HS-1 revised). Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/MG057> Acesso em: 8 mar. 2001.
- BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; SANTOS, R. R.; FRANCO, J. A. M. Seleções de noqueira-macadâmia do Instituto Agronômico. **O Agrônomo**, Campinas, SP, v. 43, n. 2/3, p. 94-99, 1991.
- CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura tropical**: a fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg). Belém: Embrapa-CPATU, 1987. 24 p. (Embrapa-Cpatu. Documentos, 41).
- CARVALHO, C. M.; SALOMÃO, C. C. H. Cultura da lichieira. **Boletim de Extensão**, 43, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 38 p.
- CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. **La jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Florida**. Homestead, FL: Ifas, University of Florida, 2000.
- DALL'ORTO, F. A. C.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; SABINO, J. C.; RIGITANO, O. Enxertia precoce da noqueira-macadâmia. **Bragantia**, Campina, n. 47, v. 2, p. 289-293, 1988.
- DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. **Frutas exóticas**. Jaboticabal, SP: Funep, 1998. 279 p.
- DONADIO, L. C. Carambola growing in Brazil. In: INTERNATIONAL CARAMBOLA WORKSHOP, 1., 1989, Georgetown, Guyana. **Proceedings Interamerican Society Tropical Horticulture**, v. 3, p. 26-29.
- DONADIO, L. C.; SILVA, J. A. A.; ARAÚJO, P. S. R.; PRADO, R. M. **Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 81 p. (Série Frutas Potenciais).
- DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Instituto Frutal, 2004. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 11, 2004. Fortaleza, CE. 69 p.
- EMBRAPA. **Cultivar BRS-227 Sapoti Ipacuru**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. [s.d., a. n.p.] (Embrapa Agroindústria Tropical, Folder).
- EMBRAPA. **Cultivar BRS-228 Sapota Tropical**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. [s.d., a. n.p.] (Embrapa Agroindústria Tropical, Folder).
- FERREIRA, M. V. P.; MILHOME, M. V. L.; SCHMITT, F. C. L.; FERREIRA, F. V. A.; MOREIRA, R. A. Frutalin, lectin from *Artocarpus incisa* L. seeds, in human breast cancer. In: REUNIÃO REGIONAL DA SBBq NORDESTE, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBBq/UFCE, 2002. CD-ROM.
- GALÁN SAUCO, V.; MENINI, U.G. **El litchi y su cultivo**. Estudio FAO, Plant Production and Protection Paper N° 83. Roma: FAO, 1987. 205 p.
- GARCIA-PÉREZ, E. **Influência de temperatura, anelamento e reguladores de crescimento, sobre a floração e frutificação de lichieiras** Jaboticabal, SP., 2006. 91 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo.

GASPARETO, O. C. P.; GERTRUDES, E.; SILVA, L. S.; SILVA, D. J.; OLIVEIRA, E. L. de; MAGALHÃES, M. M. dos A.; MEDEIROS, M. de F. D. de; HONORATO, G. C. Aproveitamento do caroço de jaca para obtenção de farinha. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas. v. 1.

HORTICULTURAL & TROPICAL PRODUCTS DIVISION. **Situation and outlook for macadamia nuts**. Disponível em: <<http://www.faz.usda.gov/htp/circular>>. Acesso em: 11 fev. 2003.

IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária). **Sapoti cultivar Chocolate**. Recife, 2000. (IPA Folder).

LAKSHMINARAYANA, S. Sapodilla and prickly pear. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. (Ed.). **Tropical and subtropical fruits**: composition, properties and uses. Westport, Connecticut: AVI, 1980. p. 415-441.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; PEDROSA, A. C.; MOURA, R. J. M. de; DANTAS, A. P. Propagação vegetativa de fruteiras tropicais nativas e exóticas em Pernambuco: técnicas desenvolvidas e adaptadas pela Empresa IPA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1993. p. 105-107.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; ASSUNÇÃO, M. A.; FREITAS, E. V. Caracterização e seleção de genótipos de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) em Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p. 31-35, 2000.

LEDERMAN, I. E.; SILVA, J. M. da; MELO, R. L. S.; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M. de. Mudanças pós-colheita ocorridas no fruto do sapotizeiro, *Achras sapota* L., cv. Itapirema-31, durante o armazenamento refrigerado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF, 2000, p. 587. CD-ROM.

LEITE, J. B. V.; LINS, R. D.; VIEIRA, E. S. **Fruteiras tropicais para consórcios agrícolas no sul da Bahia**. Ilhéus, BA: Ceplac, 2007. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo4.htm>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

LORDELO, L. S. **Caracterização de jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) em Cruz das Almas, BA**. Cruz das Almas, BA, 2001. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia.

MACNUTS **Macadamia nutrition**. Disponível em: <<http://www.macnut.co.nz/nutrition.html>>. Acesso em: 11 fev. 2003.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)** Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 48 p. (Séries Frutas Potenciais).

MENZEL, C. M. **The lychee crop in Asia and the Pacific**. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. 2002. 108 p.

MENZEL, C. M. The physiology of growth and cropping in lychee. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 558, p. 175-184, 2001.

MORTON, J. Carambola, *Averrhoa carambola*. In: **Fruit of warm climates**. 1987. p. 125-128.

MORTON, J. F. Breadfruit. In: **Fruits of warm climates**. Miami: University of Miami, 1987(a). p. 50-58.

MORTON, J. F. Jackfruit. In: **Fruits of warm climates**. Miami: University of Miami, 1987(b). p. 58-64.

MOURA, R. J. M. de; BEZERRA, J. E. F. **Cultivo do sapotizeiro (*Achras Sapota* L.) em Pernambuco**. Recife: IPA, 1982. (Instruções Técnicas, n. 4).

MOURA, R. J. M. de; BEZERRA, J. E. F.; SILVA, M. de A.; CAVALCANTE, A. T. Comportamento de matrizes de sapotizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 5, n. único, p. 103-112, 1983.

- MÜLLER, C. H.; FUGUEIRÊDO, F. J. C.; NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, J. E. L. R. **A cultura do mangostão**. Brasília; Embrapa-SPI, 1995. 56 p.
- NEVES, L. C.; BENDER, R. J.; ROMBALDI, C. V.; VIEITES, R. L. Armazenamento em atmosfera modificada passiva de carambola azeda (*Averrhoa carambola* L.) Cv. Golden Star. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 13-16, 2004.
- RAGONE, D. **Breadfruit (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg)**. Roma: IPGRI, 1997. 77 p.
- SACRAMENTO, C. K. **Mangostanzeiro (*Garcinia mangostana* L.)** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 66 p. (Série Frutas Potenciais).
- SACRAMENTO, C. K. **Fenologia da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) e compatibilidade entre cultivares selecionados no Brasil** Jaboticabal, SP, 1996. 140 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista - Jaboticabal.
- SAMPAIO, V. R. Propagação por enxertia da goiabeira (*Psidium guajava* L.), do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) e da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 8, n. 1, p. 45-48. 1986.
- SAUCO, V. S.; MENINI, U. G.; TINDALL, H. D. **Carambola cultivation**. Rome: FAO, 1993. 74 p.
- SILVA JUNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>> Acesso em: 15 set. 2001.
- SOLER, M. P. **Como fazer doce de caju, jaca e mangaba** 2. ed. Brasília: Ibiact; Fortaleza: Nutec, 1993. 25 p. (Banco de Soluções, 12).
- TOLEDO PIZA, P. L. B.; TOLEDO PIZA, I. M. The Macadamia Industry in Brasil. In: FIRST INTERNACIONAL MACADAMIA SYMPOSIUM IN AFRICA, 1999, Nelspruit, África do Sul. **The Southern African Macadamia Grower's Association Yearbook** Tzaneen, África do Sul, 1999. p. 252-255.
- VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNES, E. L. Crescimento e desenvolvimento de frutos de lichia cv. Brewster. **Bragantia**, Campinas, n. 55, v. 2, p. 325-328, 1996.
- YAMANISHI, O. K.; MACHADO FILHO, J. A.; KAVATI, R. Overview of litchi production in São Paulo state, Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 558, p. 59-62, 2001.
- ZHANG, Z. W.; YUAN, P. Y.; WANG, B. Q.; QUI, Y. P. **Litchi pictorial narration of cultivation** Pomology Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Science, 1997. 189 p.

Literatura recomendada

- ALBUQUERQUE, M. Dados sobre mangostão no Pará. **Jornal da Associação dos Engenheiros-Agrônomos do Pará**. jul. 1981.
- BASTOS, D. C. **Efeito da época de coleta, estágio do ramo e do tratamento com IBA no enraizamento de estacas de carambola (*Averrhoa carambola* L.)**. 2002, 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- BEZERRA, J. E. F.; ABRAMOF, L.; LEDERMAN, I. E.; PEDROSA, A. C.; GONZAGA NETO, L. Variações nas características físico-químicas de frutos de carambola, oriundas de Pernambuco e R. G. do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., Fortaleza, CE. 1989. **Anais...** Fortaleza, CE: SBF, 1989. p. 65-70.

- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; PEDROSA, A. C.; DANTAS, A. P.; GONZAGA NETO, ARAUJO, R. C.; MELO NETO, M. L. Coleta e preservação de espécies frutíferas tropicais nativas e exóticas em Pernambuco. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS DE ESPÉCIES HORTÍCOLAS, 1990, Campinas/SP. **Anais...** Fundação Cargill, 1990, v. único. p. 140-147.
- BITTENBENDER, H. C.; JONES, V. P.; NAGAO, M. A. Melhoramento genético e variedades no Havai. In: SÃO JOSE, A. R. (Ed.). **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista, BA: DFZ/Uesb, 1991. p. 45-71.
- CALIFORNIA RARE FRUIT GROWERS. **Sapodilla**. 1996. Disponível em: <<http://www.crfg.org/pubs/ff/sapodilla.html>>. Acesso em: 26 set. 2000.
- CAMPBELL, C. W. Carambola production in the United States. **Proceedings of the International Society of the Tropical Horticulture** v. 33, p. 66-71, 1989.
- CAMPBELL, C. W.; MALO, S. E.; GOLDWEBER, S. **The sapodilla**. [s.l.] Agricultural Extension Service-University of Florida, 1967. 2 p. (Fruits Crops Fact Sheet, 1).
- CHADA, K. L. Strategy for optimization of productivity and utilization of sapote, *Manilkara achras* (Mill.) Forberg. **Indian Journal of Horticulture** Bangalore, v. 49, n. 1, p. 1-17. 1992.
- CHANDLER, W.H. **Frutales de hoja perene**. México: Hispano-Americana, 1962. 666p.
- CHEN, H. B.; HUANG, H. B. China litchi industry: development, achievements and problems. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 558, p. 31-39, 2001.
- DONADIO, L. C. Banco ativo de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. In: WORKSHOP PARA CURADORES DE BANCOS DE GERMOPLASMA DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS, 1997, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999, p. 122-124.
- DONADIO, L. C. (Ed.) **Novas variedades brasileiras de frutas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. 205 p.
- HEATON H.J. **A study of variation in Chicozapote *Manilkara zapota***. 1977. Disponível em: <<http://maya.vcr.edu/prn/el.eden.html>>.
- KNIGHT JUNIOR, R. J. Carambola cultivars and improvement programmes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science for Tropical Region** v. 27, n. 1, p. 71-95, 1993.
- LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; ASSUNÇÃO, M. A.; MACIEL, M. I. S.; SANTOS, V. F. Caracterização pós-colheita de frutos de cinco seleções de carambola cultivadas em diferentes mesorregiões de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 2005, João Pessoa, PB. **Anais...**, 2005. CD-ROM.
- LEITE, J. B. V.; LINS, R. D.; VIEIRA, E. S. **Fruteiras tropicais para consórcios agrícolas no Sul da Bahia**. Ilhéus, BA: Ceplac, s.d. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo4.htm>>. Acesso em 24 jan 2007.
- MANICA, I. Carambola. In: **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1**: técnicas de produção e mercado. 2000. p. 183-262.
- MENZEL, C. M.; KERNOT, I. **Lychee information kit**. Department of Primary Industries. Series AGRILINK. Queensland, Australia, 2002. 260 p.
- MICKELBART, M. V. Sapodilla: a potential crop for subtropical climates. In: JANICK, J. (Ed.). **Progress in news crops**. Alexandria, Virginia: ASHS Press, 1996. p. 439-446. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-439.html>>. Acesso em: 26 set. 2000.
- MORTON, J. F. Sapodilla. In: **Fruits of warm climates**. Miami, 1997. p. 393-398. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/sapodilla.html>>. Acesso em: 26 set. 2000.
- MOURA, R. J. M. de; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F. Multiplicação agâmica do sapatizeiro (*Achras zapota* L.): enxertia. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 2, n. 1, p. 56-80, jun. 1978.

- MOURA, R. J. M. de; SILVA JUNIOR, J. F. da. Recursos genéticos e melhoramento do sapotizeiro em Pernambuco. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>.
- OLIVEIRA, M. N.; MAIA, G. A. ; GUEDES, Z. B. L.; GUIMARÃES, A. C. L.; FIGUEIREDO, R. W. de. Estudo das características físicas e do rendimento da carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v. 20, n.1/2, p.97-99, 1989.
- PEREIRA, F. M.; SACRAMENTO, C. K. Comportamento de noqueiras macadâmia propagadas por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v. 18, n. 3, 1996.
- PINTO, E. O. S.; CORRÊA, M. P. F.; COSTA, J. T. A.; MELO, F. I. O. Características físicas e morfológicas do fruto de sapoti *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba, PR. **Resumos...** Londrina, PR: Iapar, 1996. 385 p.
- PIVETTA, K. F. L.; PEREIRA, F. M. Propagação da noqueira-macadâmia por estaquia. In: SÃO JOSE, A. R. (Ed.). **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista, BA: DFZ/Uesb, 1991. p. 84-94.
- POPENOE, W. **Manual of tropical and subtropical fruits** New York: The MacMillan Company, 1920. 474 p.
- ROQUE-BARREIRA, M. C.; CAMPOS NETO, A. Jacalin: an IgA binding lectin. **The Journal of Immunology**, v. 134, n. 3, p. 1740-1743, 1985.
- ROSA, J. C.; GARRAT, R.; OLIVEIRA, P. S. L. de; BELTRAMINI, L. M.; ROQUE-BARREIRA, M. C.; RESING, K.; GREENE, L. J. KM+, a mannose-specific lectin from *Artocarpus integrifolia*: complete amino acid sequence, predicted tertiary structure, carbohydrate recognition and analysis of the beta prism fold. **Protein Science**, v. 8, p. 13-24, 1999.
- SACRAMENTO, C. K.; PEREIRA, F. M.; PERECIN, D.; SABINO, J. C. Determinação da capacidade de frutificação de cultivares de noqueira macadâmia selecionadas no Brasil. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2045-2049, 1999.
- SACRAMENTO, C. K.; PEREIRA, F. M.; SABINO, J. C. Avaliação da qualidade de nozes de cultivares de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) selecionados no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 1, p. 24-28, 1999(a).
- SALAKPETCH, S.; TURNER, D. W. Flowering in carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Acta Horticulturae**, n. 275, p. 123-129, 1990.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1971. 530 p.
- WAGNER, C. H. J.; BRYAN, W. L.; BERRY, R. E. Carambola selection for commercial production. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 88, p. 466-469, 1975.
- XAVIER, J. A.; VALARELLI, I. D.; PIZA, P. L. B. T.; ALMEIDA NETO, J. T. P. Poder calorífico da casca (concha) da noz macadâmia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22. 1993, Ilhéus, BA, **Anais...**, Ilhéus. CEPLAC, 1993, p. 1071-1079.

Capítulo 3

Pequenas frutas

Alexandre Hoffmann
Luis Eduardo Corrêa Antunes
Maria do Carmo Bassols Raseira
Bonifacio Hideyuki Nakasu
João Bernardi

A designação pequenas frutas (*small fruits*, *berries* ou *piccolli frutti*) é utilizada na literatura internacional para referenciar diversas frutas como o morango, a amora-preta, a framboesa, a groselha, o mirtilo e as uvas muscadíneas. Essas espécies têm como características comuns o pequeno tamanho das frutas, normalmente em torno de 0,5 cm a 5 cm; o porte arbustivo ou rasteiro; o plantio em alta densidade; a necessidade de manejo intensivo desde o plantio, mas especialmente na colheita, que deve ser manual para a obtenção de frutas de alta qualidade; e a elevada exigência de mão-de-obra, o que ocasiona, tipicamente para essas espécies, a necessidade de cultivo em pequenas áreas. Mais recentemente, essas frutas têm sido indicadas como detentoras de propriedades funcionais de alto impacto para a saúde, o que tem despertado a atenção dos produtores e consumidores. Tais características repercutem no alto valor agregado dessas frutas, proporcionando elevada renda por unidade de área, associado ao cultivo em pequenas áreas, o que pode representar alternativas viáveis para a produção na agricultura familiar ou em pequenas propriedades rurais. De grande importância em vários países, sobretudo aqueles próximos aos centros de origem, as pequenas frutas são difundidas tanto na forma de frutas in natura quanto como produtos processados – sucos, geléias, licores, fermentados, polpas, lácteos, entre outros. No Brasil, as pequenas frutas são relativamente recentes, sendo representadas, em ordem de importância comercial e social, pelo morango, pela amora-preta, pelo mirtilo e pela framboesa, sendo as demais espécies praticamente sem expressão econômica. Entretanto, a difusão global de informações sobre essas frutas, o interesse do consumidor por frutas relacionadas à promoção da saúde e da longevidade e a busca por alternativas rentáveis de diversificação na fruticultura têm estimulado fortemente a ampliação da área cultivada e do número de novos investidores.

Histórico das pequenas frutas no Brasil

Morango

O início do cultivo do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne ex Rozier) no Brasil não é bem conhecido. Segundo Pagot (2004), foi com a chegada dos imigrantes alemães, a partir de 1824, que cultivavam nos quintais de suas colônias para o consumo da família na Região Sul do Brasil. Madail et al. (1990) mencionam que o cultivo de morango teve início em meados do século 19, entretanto, a cultura teve maior expansão comercial a partir de 1960, na Região Sudeste, com o lançamento da cultivar Campinas (CASTRO, 2004). Com exceção de algumas regiões próximas a grandes centros consumidores, a maior parte da produção era destinada à industrialização. Com base em dados mencionados por Madail et al. (1990), a partir de 1940 foi dado início à elaboração de geléias e frutas em calda em Pelotas, no Rio Grande do Sul, por parte de uma empresa processadora de morangos, tendo alcançado o seu ponto máximo no final da primeira metade da década de 1970, quando cerca de cinco indústrias já absorviam a quase totalidade do produto. A partir desse período, e especialmente durante a década de 1980, a cultura teve seu declínio na região de Pelotas, causado, principalmente, pela falta de área específica para a produção de mudas, pela ausência de cultivares plenamente adaptadas à região e pelos preços desestimulantes ao produtor. Na Região Sudeste, a região de Jundiaí, Estado de São Paulo, teve seu auge nas décadas de 1960 e 1970. Já na região de Atibaia, cuja produção é destinada especialmente para a mesa, as décadas de 1970 e 1980 são importantes. No Estado de Minas Gerais, principal produtor brasileiro, o morangueiro foi introduzido no Município de Estiva por volta de 1958 estendendo-se, em seguida, para Cambuí e Pouso Alegre e, posteriormente, para outros municípios das regiões central, sul de Minas, Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro (CARVALHO, 2006). Outras regiões, como a região serrana do Espírito Santo, também tiveram crescimento a partir da década de 1990, destacando-se os municípios de Muniz Freire, Santa Teresa e Domingos Martins. No mesmo período, foi incrementada a produção na região de Brazlândia, no Distrito Federal.

Amora-preta

Embora existam espécies nativas do gênero *Rubus* no Brasil, a amoreira-preta (*Rubus* spp.) só começou a ser pesquisada em 1972 na Estação Experimental de Pelotas, localizada no município de mesmo nome, hoje

Embrapa Clima Temperado, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A primeira coleção de amora-preta foi implantada em 1974, no Município de Canguçu, também no Estado do Rio Grande do Sul.

O cultivo comercial da amora-preta deu-se, principalmente, na Região do Vale do Caí, municípios de Feliz e Bom Princípio, no Rio Grande do Sul, na década de 1980, com vistas ao atendimento do mercado para consumo in natura e para a industrialização na propriedade. Em Pelotas, a evolução foi menos perceptível. A partir do início da década de 1990, houve expansão da cultura para a região dos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Município de Vacaria, onde a cultura está com a sua maior expansão, destinada ao consumo in natura (com foco também para exportação) e industrialização, além de outros municípios da Serra Gaúcha. Iniciativas de pequenas áreas, entretanto, são notadas em diversas outras regiões do Sul e Sudeste brasileiros.

Os primeiros plantios experimentais em Minas Gerais foram realizados em Barbacena, Lavras e Caldas, na década de 1990, obtendo-se produções compatíveis com as observadas no Sul do Brasil e com a vantagem comparativa de colheita antecipada em até 30 dias em relação a essa região.

Mirtilo

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) é uma espécie frutífera originária de algumas regiões da Europa e da América do Norte, onde é muito apreciada por seu sabor exótico, valor econômico e poderes medicinais. Em virtude, principalmente, do alto conteúdo de antocianidinas presente nos pigmentos de cor azul-púrpura da fruta, a espécie vem sendo considerada como fonte de longevidade.

As primeiras introduções no Brasil datam de 1983 e foram realizadas pela Embrapa Clima Temperado com a implantação de uma coleção de material genético de baixa exigência em frio, cultivares do grupo Rabbiteye (Olho de Coelho) oriundas da Universidade da Flórida, Estados Unidos da América (Fig. 1).

O plantio comercial teve início em 1990 na Cidade de Vacaria, com a introdução de cultivares do grupo Highbush, em especial Coville, Bluecrop e Elliot, com foco em exportação.

O interesse do consumidor por essa fruta estimulou os produtores a investirem no estabelecimento de novas áreas, em especial na região dos Campos de Cima da Serra, na Serra Gaúcha, em Pelotas e no Alto Vale do Rio Uruguai, visando, especialmente, a um mercado crescente em interesse para consumo como fruta fresca, todavia, até o momento, o cultivo de mirtilo está restrito à Região Sul do Brasil.

Foto: Luis Eduardo Corrêa Antunes



Fig. 1. Mirtilo cv. Alice Blue (grupo Rabbiteye) mantida no Banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado em Pelotas, Rio Grande do Sul.

Framboesa

Não há informações precisas sobre a introdução da framboesa (*Rubus idaeus* L.) no Brasil. Possivelmente tenha sido trazida por imigrantes europeus que a conheciam no final do século 19 e início do século 20, cultivando-a artesanalmente em regiões serranas e de clima temperado no Sul e Sudeste do Brasil. Nessas regiões, ocorrem espécies nativas de framboesa, porém sem expressão ou uso comercial.

A partir da metade do século 20 já se encontram registros de cultivos comerciais na Serra da Mantiqueira, em especial nos municípios de Campos do Jordão, no Estado de São Paulo, e de Gonçalves, no Estado de Minas Gerais, destinados à elaboração de geléias e também ao comércio de frutas congeladas para as confeitarias da região e da Cidade de São Paulo.

A partir de 1990, com base em uma empresa interessada em produzir framboesas para comercialização como fruta fresca para a União Européia, o cultivo comercial evoluiu, porém, as dificuldades de adaptação de cultivares, a base genética muito estreita e a sensibilidade da planta e da fruta a doenças em pré e pós-colheita mantêm esse crescimento muito restrito, com pouca expansão para outras regiões além da Serra Gaúcha e dos Campos de Cima da Serra.

Uvas muscadíneas

Das pequenas frutas mencionadas, a uva muscadínea (*Vitis rotundifolia* Michx.) é a mais recentemente introduzida e a de menor expressão econômica. Introduzida na década de 1970 pela Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, com a finalidade de ser utilizada no programa de melhoramento genético de pequenas frutas, conduzido na Unidade, a uva

muscadínea passou a despertar interesse para o cultivo comercial, no final da década de 1990, pela alta resistência a fungos e insetos, portanto, com potencial para uso em sistema de produção orgânica, o que pode lhe atribuir um valor diferencial e incrementar o seu potencial comercial. As frutas são destinadas para consumo in natura, elaboração de geléias e sucos – usos equivalentes aos que ocorrem com a outra região produtora dessas uvas, no centro-leste dos Estados Unidos da América.

Panorama do cultivo de pequenas frutas no Brasil

Entre as diferentes espécies de pequenas frutas cultivadas no País, somente o morango apresenta dados estatísticos confiáveis e precisos e, ainda assim, relativamente escassos em comparação com outras frutas. Quanto às demais, as informações são dispersas e, frequentemente, contrastantes.

Morango

Atualmente, o morangueiro é cultivado nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais e em regiões de diferentes solos e clima, como Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Goiás e Distrito Federal (Tabela 1). A produtividade média por estado, em t/ha, é de 32,7 t/ha no Rio Grande do Sul; 21,3 no Paraná; 25,2 em Minas Gerais; 34 no Espírito Santo e 34 em São Paulo. Na última década verificou-se interesse crescente pela implantação da cultura, justificado pela grande rentabilidade (224 %) quando comparada com outros cultivos como, por exemplo, o do milho (*Zea mays* L.) (72 %) (RONQUE, 1998).

Em Minas Gerais, no sul do estado, concentra-se a principal região produtora (CARVALHO, 2006). A produção mineira é destinada tanto para a industrialização quanto para o consumo in natura. Pouso Alegre e Estiva são os maiores produtores de morango para consumo in natura. Apenas uma pequena porcentagem é destinada à indústria, em especial no período final da safra, quando a qualidade do morango de mesa produzido na região é inferior ao produzido nos estados do Sul, que chega ao mercado a partir de outubro.

No Estado de São Paulo são cultivados 800 ha de morango, com a produção concentrada em Piedade, Campinas, Jundiaí, Atibaia e nos municípios próximos. Em Atibaia, a cultura do morango representa 60 % da área cultivada e é praticada por pequenos produtores rurais que utilizam mão-de-obra

Tabela 1. Área de produção de morango por estado brasileiro, safra 2006.

Estado	Área cultivada (ha)
Minas Gerais	1.500,0
São Paulo	800,0
Rio Grande do Sul	385,6
Paraná	380,0
Espírito Santo	100,0
Distrito Federal	80,0
Santa Catarina	60,0
Outros estados	20,0
Total	3.325,8

Fonte: Antunes e Reisser Júnior (2007).

familiar durante todo o ciclo de produção, sendo a maior parte destinada ao mercado in natura. Há também um sistema de parceria em que um dos sócios custeia toda a implantação da lavoura (mudas, cobertura plástica, agrotóxicos, caixas de embalagem e a terra onde se cultiva) e a outra parte se compromete com a execução do trabalho (plantio, colheita e embalagem do produto). Nesse sistema, o sócio-operacional (executor do trabalho) recebe de 25 % a 30 % do preço bruto obtido com a venda do morango.

No Rio Grande do Sul (385,6 ha), o Vale do Rio Caí é o principal produtor de morangos de mesa, seguido de Caxias do Sul e Farroupilha, enquanto Pelotas e municípios vizinhos se destacam também na produção de morango para processamento. O cultivo na região de Pelotas é feito, predominantemente, a céu aberto (Fig. 2), enquanto no Vale do Caí e na Serra Gaúcha a produção se dá, normalmente, em túneis baixos com solo coberto com filme plástico (*mulching*).

Fotos: Luis Eduardo Corrêa Antunes



Fig. 2. Produção de morangos na região de Pelotas, Rio Grande do Sul.

Entretanto, há um direcionamento perceptível para a ampliação da área de morangos em sistema hidropônico (Fig. 3) ou semi-hidropônico (utilizando substrato em vez de solo), ambos em túnel alto, apto ao sistema de produção integrada, bem como em estufas modelo Capela para o cultivo orgânico.

Foto: Rosa Maria Sanhueza

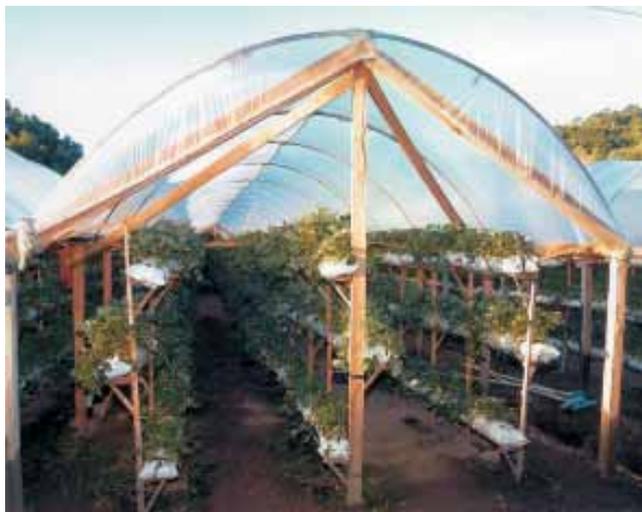


Fig. 3. Estufa com morangos cultivados no sistema semi-hidropônico.

Mirtilo

O Brasil encontra-se atualmente em fase de consolidação do sistema de produção e expansão das áreas de cultivo de mirtilo. Há predominância de cultivares do grupo Rabbiteye, pela melhor adaptação ao clima e solo brasileiros, e por ter sido o grupo de cultivares introduzidas inicialmente a partir do trabalho da Embrapa. A maior parte das novas áreas está situada na metade sul do Rio Grande do Sul; na região da Serra Gaúcha, a exemplo do Município de Caxias do Sul (Tabela 2); no centro-sul de Santa Catarina; e no sudeste do Paraná. Com base no fornecimento de mudas por viveiristas, observa-se grande evolução da cultura no Brasil. Estima-se que, considerando os plantios de até 2 anos e as novas áreas a serem implantadas nos próximos 3 anos, se tenha uma área em torno de 170 ha, dos quais cerca de 50 % estejam em Santa Catarina, 40 % no Rio Grande do Sul e o restante distribuído entre os estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo.

Tabela 2. Áreas e produção de mirtilo em Caxias do Sul, RS.

Município	Área total (ha)	Produção 2002 (t)	Produção 2003 (t)
Caxias do Sul	20,2	14.000	12.000
Total	20,2	14.000	12.000

Fonte: Pagot (2004).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Fruticultura (Ibraf), em 2002, o Brasil exportou cerca de 4 t de mirtilo, o que representou uma receita de US\$ 24 mil para os produtores e divisas para o Brasil. Todavia, trata-se de número pouco significativo, diante do potencial natural que o País oferece para a produção comercial.

Amora-preta

Estima-se que a área de produção de amora-preta no Brasil seja de 150 ha, estendendo-se desde o Espírito Santo, o Rio de Janeiro e o sul de Minas Gerais até o sul do Rio Grande do Sul.

Na maior parte da área cultivada atualmente no Rio Grande do Sul (Tabela 3), são utilizadas cultivares lançadas pela Embrapa Clima Temperado, quais sejam, Tupy (Fig. 4 e 5), Guarani (Fig. 6) e Caingangue, todas com espinhos (SANTOS; RASEIRA, 1988; RASEIRA, SANTOS; RASEIRA, 1992). Algumas empresas multinacionais cultivam também ‘Thornfree’ e ‘Chester Thornfree’. A produção gaúcha é destinada ao mercado interno e, principalmente, ao mercado externo. O principal destino da exportação de amora-preta é a Comunidade Européia, desembarcando a produção em Milão, na Itália. Há, também, a produção de amora-preta congelada destinada às panificadoras e docerias no País e no exterior.

Nos estados de São Paulo e Minas Gerais as principais cultivares comercializadas são Ébano (Fig. 7) (BASSOLS; MOORE, 1981), Tupy, Guarani (RASEIRA; SANTOS; RASEIRA, 1992) e Brazos. Esta última com produções que podem alcançar 25 t/ha (ANTUNES et al., 2000) (Tabela 4).

Tabela 3. Áreas e produção de amora-preta no Rio Grande do Sul.

Município	Área total (ha)	Produção (t)	
		2002	2003
Pelotas	15,0	90,0	90,0
Estrela	7,0	57,0	57,0
Caxias do Sul	90,3	467,0	531,8
Ijuí	4,5	6,6	8,0
Porto Alegre	1,9	6,0	6,5
Santa Maria	7,3	12,0	15,0
Total	20,2	14.000	12.000

Fonte: Pagot, 2004.

Foto: Alton Raseira



Fig. 4. Dr. Alverides Machado dos Santos, um dos pioneiros no desenvolvimento tecnológico das pequenas frutas no Brasil, em pomar da amora-preta 'Tupy'.

Foto: Luis Eduardo Corfêa Antunes



Fig. 5. Frutos da cultivar de amora-preta Tupy.

Foto: Bernardo Ueno



Fig. 6. Frutos da cultivar de amora-preta Guarani.

Foto: Alton Raseira



Fig. 7. Frutos da amora-preta Ébano, primeira cultivar brasileira sem espinhos.

Tabela 4. Produção de cultivares de amora-preta nas safras 1997/1998 e 1998/1999 (kg/planta e kg/ha) e peso médio (g) de frutos de amoreira-preta em Caldas, Minas Gerais (ANTUNES, 1999; ANTUNES et al., 2000).

Cultivares	Produção (kg/planta) ⁽¹⁾		Produtividade (Kg/ha) ⁽¹⁾		Peso médio de frutos (g)	
	1997/1998	1998/1999	1997/1998	1998/1999	1997/1998	1998/1999
Seleção 97	0,430	0,661	2.047,62	3.147,62	5,000	6,827
Brazos	3,435	5,300	16.357,14	25.238,09	6,933	7,400
Tupy	1,732	3,632	8.247,62	17.295,24	7,540	7,250
Cherokee	0,815	0,915	3.880,94	4.357,14	4,077	4,340
Caingangue	1,888	2,059	8.990,47	9.804,76	4,688	5,017
Guarani	2,703	4,773	12.871,43	22.728,57	4,470	5,320
Ébano	1,168	0,684	5.561,90	3.257,14	4,490	4,750
Comanche	1,834	3,470	8.733,33	16.523,81	4,590	5,710

⁽¹⁾ Produção estimada, considerando a densidade de 4.762 plantas/ha.

Evolução da pesquisa com pequenas frutas

Morango

A principal espécie do grupo das pequenas frutas estudada no Brasil é o morango, pela expansão do cultivo, a área cultivada e o tempo de produção no País. Programas de melhoramento genético voltados ao desenvolvimento de cultivares de mesa e indústria, bem como ações de pesquisa direcionadas à limpeza clonal de vírus para a obtenção de mudas de alto padrão fitossanitário foram as principais linhas de pesquisa realizadas. Essas duas inovações permitiram não somente ampliar a área de cultivo para novas regiões como também reverter o declínio do cultivo de algumas regiões tradicionais, como foi o caso de Pelotas e Jundiaí, no Rio Grande do Sul.

Os programas de melhoramento genético de morangueiro no Brasil começaram em 1941 no Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo, e a partir de 1950 foi iniciado um trabalho semelhante também na Estação Experimental da Cascata, atual Embrapa Clima Temperado, no Rio Grande do Sul (CASTRO, 2004). Como reflexo do trabalho realizado, a produção nacional aumentou em seis vezes ao final da década de 1960, em razão dos novos clones disponíveis.

Até esse momento, a predominância do material genético de morango dizia respeito a cultivares importadas, muitas das quais com baixa adaptação ao clima brasileiro das regiões Sudeste e Sul, ou de materiais de procedência desconhecida. Além disso, a contaminação por vírus causava forte impacto na redução da produção por causa da multiplicação vegetativa adotada nessa espécie e, por consequência, da acumulação de diversas estirpes de vírus ao longo de ciclos sucessivos de multiplicação. Nesse contexto, o uso de técnicas de produção de matrizes isentas de vírus (CASTRO, 2004), iniciado a partir da década de 1970, também no IAC (ASSIS, 2006), permitiu que a produtividade e a qualidade das frutas produzidas fossem significativamente incrementadas. A utilização de processos biotecnológicos com os mesmos objetivos passou a ser concretizada, no final da década de 1970, também na Embrapa Clima Temperado (ASSIS, 2004).

As principais cultivares comercializadas entre 1960 e 1980 foram criadas nos programas de melhoramento do IAC, tais como Campinas, Princesa Isabel, Jundiaí, Piedade, Monte Alegre e Guarani, para citar algumas delas, e da Embrapa, como as cultivares Konvoy, Cascata, Konvoy-Cascata, BR 1, Vila Nova, Santa Clara e Burkley. Hoje, a falta de um programa nacional de melhoramento de morango determinou que grandes empresas importadoras de mudas introduzissem novas cultivares no País, em especial as produzidas no programa

de melhoramento genético da Universidade da Califórnia. Aquelas que obtiveram sucesso são, atualmente, as cultivares-referência para a produção de morango de mesa. Cultivares como Oso Grande, Camarosa e Aromas respondem por 80 % da matriz varietal brasileira. Nos últimos anos, as principais inovações alcançadas pela pesquisa em morangos foram:

- a) O uso de *mulching* com plástico e cobertura plástica (túnel baixo, alto ou estufas).
- b) A substituição da irrigação por aspersão pela irrigação localizada.
- c) O uso de substratos alternativos ao solo (casca de arroz carbonizada, principalmente, e misturas com esse material) ou o uso de produção hidropônica, inovações resultantes, principalmente, dos trabalhos desenvolvidos pelo IAC.
- d) O desenvolvimento e validação do sistema de produção orgânica baseado, em especial, no cultivo em estufa, no manejo do dossel vegetativo e no uso de agentes de controle biológico.
- e) O isolamento e a validação do uso do fungo *Clonostachis rosea* (Link: Fr.) Schroers et al. para o controle de podridão causada por *Botrytis cinerea* Per. ex. Fr.
- f) O uso de embalagens, aditivos e manejo da fruta para o prolongamento da vida em pós-colheita.
- g) A caracterização de micoplasmas e viróides presentes em plantios comerciais.

Todavia, apesar do grande número de pesquisadores com ações na cultura e, por consequência, do grande número de publicações geradas ainda permanece importante lacuna entre as demandas de pesquisa e as inovações efetivamente incorporadas ao sistema de produção de morango.

Amora-preta

A segunda espécie em volume de trabalho nesse grupo é a amora-preta. Paralelo ao declínio da pesquisa com morangueiro, foram iniciados trabalhos mais aprofundados de adaptação de cultivares de amora-preta e de mirtilo, avaliando aspectos fenológicos e produtivos, com ênfase em qualidade de fruto, e gerando informações que auxiliam na recomendação de cultivares para diferentes regiões do Sul e Sudeste brasileiro. Fato semelhante é observado no caso das culturas da framboesa e uvas muscadíneas.

Grande parte da pesquisa desenvolvida foi em melhoramento genético sob a responsabilidade da Embrapa Clima Temperado. As primeiras cultivares introduzidas foram Brazos, Comanche e Cherokee oriundas da Universidade

de Arkansas, Estados Unidos da América (RASEIRA et al., 1984; RASEIRA et al., 1992). Já em 1975 foi dado início ao programa de melhoramento genético com o plantio de sementes produzidas por mais de 50 cruzamentos efetuados na Universidade de Arkansas, que originaram mais de 12 mil plântulas a partir das quais foram lançadas as primeiras cultivares brasileiras: Ébano em 1981 (BASSOLS; MOORE, 1981) e Negrita em 1983 (RASEIRA et al., 1992). Em 1988 foram lançadas a Tupy e a Guarani (SANTOS; RASEIRA, 1988) e, em 1992, a cultivar Caingangue (RASEIRA et al., 1992). A última cultivar lançada foi denominada Xavante (Fig. 8), de porte ereto e sem espinhos, e altamente produtiva (RASEIRA et al., 2004). Outras ações de pesquisa realizadas com amora-preta dizem respeito à caracterização da fisiologia em pós-colheita, micropropagação e tecnologia de manejo da planta.

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Fig. 8. Frutos e aspecto das plantas da amora-preta 'Xavante'.

Amora-preta cv. Ébano – selecionada em 1977, na antiga Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (Uepae) de Cascata foi testada como 'Black 44'. Originou-se de uma população F2 do cruzamento entre as cultivares Comanche x (Thronfree x Brazos) realizada na Arkansas Agricultural Experiment Station, Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos da América. Planta de hábito semi-ereto, livre de espinhos, possui hastes vigorosas. Apresenta frutas de tamanho grande (6 g a 7 g), razoavelmente firmes, ácidos, maturação desuniforme (Bassols; Moore, 1981a, b; Raseira et al., 1984).

Na região de Pelotas e Canguçu, a colheita é realizada de dezembro fim de janeiro ou início de fevereiro. É recomendada para regiões com acúmulo de frio em torno de 400 horas (NUNES; GONSALVES, 1981).

Amora-preta cv. Negrita – oriunda de sementes introduzidas da Universidade de Arkansas em 1975, como 'A-771'. Foi testada como 'Black 32', sendo proveniente do cruzamento 'Comanche' x ('Thronfree' x 'Brazos'). Foi selecionada pela firmeza das frutas e o porte ereto das plantas. A densidade de espinhos, entretanto, é alta. Cultivar destinada

à industrialização, foi lançada em 1983 pela Embrapa Clima Temperado (RASEIRA, 1999 – informe verbal).

Amora-preta cv. Tupy – resultado do cruzamento entre ‘Uruguai’ x ‘Comanche’, realizado na Embrapa Clima Temperado em 1982, as plântulas foram avaliadas no campo experimental e a seleção C.4.82.5 deu origem à cultivar Tupy, que apresenta plantas de porte ereto, com espinho. Produz frutas grandes (6 g), coloração preta e uniforme, sabor equilibrado em acidez e açúcar, consistente e firme, semente pequena, película resistente e aroma ativo. Durante três anos de avaliação foram produzidos 3,8 kg/planta/ano no Rio Grande do Sul. É recomendada para o consumo in natura por apresentar baixa acidez (SANTOS; RASEIRA, 1988).

Amora-preta cv. Guarani – foi selecionada no Brasil a partir de cruzamento entre ‘Lawton’ x (‘Darrow’ x ‘Brazos’) x (‘Shaffer Tree’ x ‘Brazos’) realizado nos Estados Unidos da América (Arkansas) sob o número 799-8. Planta de porte ereto, com espinhos e vigorosa, produz frutas de coloração preta, tamanho médio (5 g), firme, película resistente e aroma ativo. Durante 4 anos de avaliação na região de Pelotas produziu 3,6 kg/planta.ano. É recomendada para consumo in natura e industrialização (SANTOS; RASEIRA, 1988).

Amora-preta cv. Caingangue – originária da população F2 C.3.82.16 do cruzamento ‘Cherokee’ x ‘Black 1’ (‘Shaffer Tree’ x ‘Brazos’), foi lançada em 1992 pela Embrapa Clima Temperado. Com planta vigorosa, ereta, com presença de espinhos e boa capacidade de multiplicação, ‘Caingangue’ apresenta brotação na primeira dezena de agosto; floração plena na primeira dezena de outubro e produção da segunda dezena de novembro à segunda de dezembro. É pouco exigente em frio, sendo recomendada para regiões com disponibilidade de, aproximadamente, 200 horas de frio hibernal (RASEIRA et al., 1992). A fruta é firme e de aroma ativo, com sabor equilibrado entre ácidos e açúcares.

Amora-Preta cv. Xavante – obtida por polinização aberta de plântulas da progênie A 9303, resultante do cruzamento realizado na Universidade de Arkansas entre as seleções A 1629 e A 1507, foi testada como seleção 3-96. ‘Xavante’ possui hastes eretas, sem espinhos e de cor esverdeada. As frutas têm tamanho médio entre 1,8 cm e 2,2 cm e peso de 5,7 g a 6,1 g. O teor de sólidos solúveis varia de 6,5 °Brix a 8 °Brix. As plantas são vigorosas e de baixa necessidade de frio, estimado em menos de 250 horas. Estima-se que esta cultivar se adapte bem onde a cultivar Tupy apresenta boa adaptação (MOORE et al., 2004).

Mirtilo

O mirtilo, por ser bastante recente quando comparado com as demais espécies de clima temperado cultivadas no Brasil, ainda apresenta poucos resultados de

pesquisa no País. As primeiras ações, iniciadas em 1983 com a avaliação de cultivares, consistiram na implantação de coleções de plantas. A partir dos primeiros resultados, os trabalhos foram intensificados com a realização de testes de propagação mediante a cultura de tecidos vegetais e do enraizamento de estacas, da qualidade e conservação de frutas, assim como da caracterização genética dos acessos do banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado.

Framboesa

Até o presente, poucas ações de pesquisa foram realizadas com essa espécie no Brasil em razão da pequena expressão comercial da cultura. As principais atividades desenvolvidas dizem respeito à avaliação de cultivares na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, e ao desenvolvimento de agentes de controle biológico de doenças.

Uvas muscadíneas

Embora a expressão comercial das uvas muscadíneas seja muito reduzida, há vários resultados de pesquisas disponíveis, consequência das avaliações realizadas no banco de germoplasma da espécie na Embrapa Uva e Vinho entre as décadas de 1980 e 1990. Práticas de manejo em colheita e pós-colheita também foram desenvolvidas e as frutas foram caracterizadas quanto à sua aptidão para consumo in natura e para processamento na forma de sucos.

Tratando-se de novas culturas introduzidas no sistema produtivo, estão sendo caracterizadas as pragas e as doenças, para todas as espécies relatadas, a fim de que se, eventualmente, em futuro próximo venham tornar-se um problema econômico, já existam possíveis soluções disponíveis. Ao mesmo tempo, uma das linhas de pesquisa desenvolvida consiste na introdução de cultivares e no ajuste do manejo para as demais culturas de pequenas frutas que possam ser objeto de cultivo no Brasil.

Avanços recentes e perspectivas

Com os últimos relatórios climáticos divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU) sobre prováveis mudanças na temperatura do planeta, as áreas de clima típico para o desenvolvimento de frutíferas de clima frio não poderão

mais suprir as necessidades, em frio, de cultivares mais exigentes. Assim, a busca por germoplasma de baixa exigência em frio será um dos grandes desafios para a pesquisa, além da produção de frutas de alta qualidade sensorial e de conservação pós-colheita mais prolongada. Com o aumento de calor há necessidade de buscar cultivares tolerantes às altas temperaturas do período de primavera que dificultam o processo de floração de espécies de clima temperado. Ao desenvolver esse tipo de germoplasma estar-se-á, ao mesmo tempo, possibilitando a expansão dessas culturas para as regiões tropicais do País.

Além disso, em decorrência do aumento da procura pelo consumo de alimentos funcionais, há uma grande demanda pela caracterização de genótipos que possuam maior quantidade de polifenóis (antocianinas), além de vitaminas e sais minerais. E, adicionalmente, em virtude da perecibilidade de frutas como morango, amora-preta e mirtilo, há que se desenvolverem técnicas que permitam prolongar o período pós-colheita para semanas ou meses, hoje definido em dias.

Morango

Nos últimos 10 anos a cultura do morango passou por grandes modificações em especial no sistema de cultivo. Todavia, o programa de pesquisa foi praticamente extinto na década de 1990, principalmente, pela insuficiência de recursos e de pessoal em função da não-renovação nos quadros de pesquisadores. Mas, atualmente, instituições como a Embrapa vêm reestruturando o programa de melhoramento genético do morangueiro por meio da contratação de pessoal e da aprovação de novos projetos. Assim, são desafios para a cultura a implementação de um programa de criação de cultivares que disponibilize material mais adaptado às condições brasileiras, resistentes às principais doenças e pragas, produtoras de frutas de melhor sabor e conservação pós-colheita.

Quanto ao sistema de produção de morango, é necessário o desenvolvimento de tecnologias que melhorem a produção de frutas no verão, com a modificação do ambiente de cultivo por meio da substituição de cobertura com plástico preto sobre o canteiro (tradicional na produção de inverno) e modificação da estrutura do túnel baixo.

Nesse contexto, um dos mais novos desafios é a implementação do sistema de produção integrada do morango, que nada mais é do que a sistematização dos conceitos técnicos desenvolvidos pela pesquisa, como recomendação de adubação; controle de pragas e doenças; manejo sustentável da água e do solo; aplicação de boas práticas agrícolas, com acompanhamento de técnicos

especializados; aplicação de técnicas de segurança alimentar no manejo de colheita; e conservação das frutas com base na higiene do ambiente e dos funcionários, além do bem-estar social dos trabalhadores envolvidos.

Amora-preta

Além das cultivares de amora-preta já lançadas, há o desafio de desenvolvimento de sistemas de cultivo mais apropriados às características genéticas do material, seja daquelas que necessitam de sistema de condução, pois são decumbentes, seja daquelas de porte ereto.

Como se trata de fruta extremamente sensível à conservação pós-colheita, há que se estudar formas mais eficientes de prolongar esse período, beneficiando o produtor rural e o próprio consumidor, que terá a sua disposição um produto de melhor qualidade.

Mirtilo

Em relação ao mirtilo, hoje as pesquisas estão concentradas na introdução de cultivares do grupo Highbush para aumentar a base genética do produto, adequando-o às exigências comerciais. Foram implantados no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, nos últimos 3 anos, cerca de 12 mil plântulas de cruzamentos realizados na instituição e de sementes oriundas de cruzamentos realizados nos Estados Unidos da América. A adaptação e o desenvolvimento de técnicas de produção de mudas, por meio do enraizamento de estacas herbáceas ou lenhosas, a utilização de mini e microestaquia são linhas de trabalho que estão sendo realizadas na Embrapa Clima Temperado. De modo complementar, estão sendo instaladas coleções de cultivares em diversos locais das regiões Sul e Sudeste. Em Vacaria e Bento Gonçalves, sob a coordenação da Embrapa Uva e Vinho, esse trabalho tem como objetivo ampliar o elenco de cultivares adaptadas e sugerir avanços que proporcionem renda e retorno ao produtor, bem como a satisfação do consumidor.

Referências

ANTUNES, L. E. C. **Aspectos fenológicos, propagação e conservação pós-colheita de frutas de amoreira-preta (*Rubus* spp.) no sul de Minas Gerais** 129 p. Lavras, 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

- ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; HOFFMANN, A. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, Virginia, v. 54, n. 4, p.164-168, 2000.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Caratterizzazione della produzione di fragole in Brasile. **Rivista di Frutticoltura**. Bologna, v. 59, n. 4, aprile, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Fragole, i produttori brasileiros mirano all'esportazione in Europa. **Frutticoltura**, Bologna, v. 69, n. 5 maggio, p. 60-64, 2007.
- ASSIS, M. de. Produção de matrizes e mudas de morangueiro no Brasil. SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2; ENCONTRO DE PESQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004. **Palestra...** In: RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. (Ed.) Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 45-50, 2004. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 124).
- ASSIS, M. de. Produção de plantas matrizes. In: CARVALHO, S. (Ed.). **Boletim do Morango: cultivo convencional segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: Faemg, 2006. p. 23-26.
- BASSOLS, M. do C. M.; MOORE, J. N. 'Ebano' thornless blackberry. **Hortscience**, v. 16, n. 5, p. 686-687, 1981.
- CASTRO, R. L. de. Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., (Ed.). RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; DIAS, E. G. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 296 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124). Disponível em: www.cpact.embrapa.br/pulicacoes/catalogo/assunto/online/fruticultura.
- CARVALHO, S. P. de. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção de morango no Estado de Minas Gerais. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: Faemg, 2006. p. 9-4.
- MADAIL, J. C. M.; GOMES, J. C. C.; PORTO, V. H. da F. O declínio do morangueiro na região de Pelotas. **HortiSul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 24-26, 1990.
- MOORE, J. N.; SANTOS, A. M. dos; CLARK, J.; RASEIRA, M. do B.; ANTUNES, L. E. C. Cultivar de Amora-preta Xavante. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PESQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1. 2004. **Resumos...** In: RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. (Ed.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 213-216. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 123).
- NUNES, R. de P.; GONSALVES, R. S. (Coord.) **Novas cultivares**. Brasília: EMBRAPA. n. 8, 64 p. 1981.
- PAGOT, E. Diagnostico da produção e comercialização de pequenas frutas. SEMINARIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2. 2004, Vacaria. **Anais...** HOFFMANN, A. (Ed.) Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 9-18. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 44)
- RASEIRA, A.; SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Caingangue, nova cultivar de amora-preta para consumo 'in natura'. **Horti Sul**, v. 2, n. 3, p. 11-12, 1992.
- RASEIRA, M. do C. B. Classificação botânica, descrição da planta, melhoramento genético e cultivares In: **A cultura do mirtilo**, Pelotas, 69, p. 2004. (Embrapa Clima Temperado, Documentos 121).
- RASEIRA, M. C. B.; SANTOS, A. M. dos; MADAIL, J. C. M. **Amora-preta: cultivo e utilização**. Pelotas, Embrapa-CNPFT, 1984, 20 p. (Embrapa-CNPFT - Circular Técnica, 11).
- RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**. Curitiba: Emater-PR. 1998. 205p.
- SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. **Lançamento de cultivares de amora-preta**. Pelotas: Embrapa – CNPFT, 1988. (Embrapa: Informativo 23).

Parte 5

Frutas subtropicais e temperadas

Foto: Jair Nachtigal



Capítulo 1

Introdução

Bonifacio Hideyuki Nakasu

As fruteiras de clima temperado são de grande importância socioeconômica no Brasil, apesar de não apresentar condições ideais de clima para o seu cultivo. Em grande parte da região de plantio, o acúmulo de horas de frio (temperaturas de $< 7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) no inverno é insuficiente para desenvolver adequada dormência nas plantas. A alta umidade relativa do ar no verão, e em alguns locais, os ventos fortes, favorecem a disseminação de patógenos, principalmente bactérias e fungos. Assim, foi necessário desenvolver programas de melhoramento genético para adaptar ou criar cultivares e tecnologias próprias de produção para as condições edafoclimáticas do Sul e Sudeste. Já as espécies subtropicais adaptam-se muito bem às condições climáticas do Sul e Sudeste e hoje estão avançando para regiões tropicais.

Criada em 1938 pelo então Ministério da Agricultura, a Estação Experimental de Viticultura, Enologia e Frutas de Clima Temperado no Distrito de Cascata, em Pelotas, no Rio Grande do Sul, objetivava dar maior apoio à agropecuária da região, especialmente por meio de fomento e experimentação. Em 1943, foi criado pelo governo federal, em Pelotas, no Rio Grande do Sul, o Instituto Agrônomo do Sul, depois denominado Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul (Ipeas), do qual passou a fazer parte com o nome de Estação Experimental de Pelotas (EEP). Em meados da década de 1950 inicia a pesquisa sistemática com fruticultura. Em 1957 começou o trabalho de melhoramento genético do morangueiro. Em 1958 foi dada prioridade às culturas do pessegueiro, oliveira, morangueiro e ameixeira. O pessegueiro, que era a cultura de maior importância econômica na Região Sul, apresentava graves problemas. Só havia uma cultivar com razoável qualidade e produção, a Aldrighi, seleção feita por um produtor. As mudas eram de pé-franco (não enxertadas), as plantas morriam precocemente com graves problemas de erosão genética e pouco era feito em termos de tecnologias de produção. A safra do pêssego era de apenas 15 dias. Em São Paulo, Orlando Rigitano iniciou as bases da pesquisa científica em fruticultura em 1947, dando início aos programas de melhoramento genético e cultural de espécies de clima temperado e subtropical no Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo.

Em 1974, quando da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a EEP passou a denominar-se Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Cascata. Com investimentos maciços do governo federal, houve melhoria significativa em toda a infra-estrutura de pesquisa e treinamento de pesquisadores em nível de pós-graduação. Pela primeira vez, o governo demonstrou entender o papel fundamental e estratégico da ciência e da tecnologia para o progresso e desenvolvimento sustentável do País.

Naquela época, estavam entrando em produção extensos pomares de pessegueiros na região de Pelotas, no Rio Grande do Sul, e os primeiros pomares de macieira que, em 1969, havia começado a ser implantados em escala empresarial em Fraiburgo, Santa Catarina, pela Sociedade Agrícola Fraiburgo Ltda. (Safra), empresa que resultou da associação dos grupos Renar Maças S.A. (família Frey) e Evrard/Mahler, de origem francesa. Para tanto, foi decisivo o projeto nacional do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que permitiu o plantio de fruteiras utilizando incentivos fiscais de reflorestamento.

A Secretaria da Agricultura de Santa Catarina lançou as bases dos estudos que originaram o Projeto de Fruticultura de Clima Temperado (Profit), cuja execução foi confiada à Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina (Acaresc). A Acaresc aliou-se à EEP e à Estação Experimental de Videira (EEV), ambas vinculadas ao Ipeas, em Pelotas, iniciando, assim, a pesquisa em fruticultura em Santa Catarina. Por iniciativa da Acaresc, passou a integrar a equipe de pesquisadores da EEV o dr. Kenshi Ushirozawa, renomado pomologista enviado pela Japan International Cooperation Agency (Jica), que introduziu a cultivar de macieira Fuji, que hoje representa 40 % dos pomares nos três estados do Sul. Por gestão da EEP, agregou-se ao grupo o prof. Leon Fredric Hough, da Rutgers University, Nova Jersey, Estados Unidos da América, como consultor na área de melhoramento genético. O então Secretário da Agricultura de Santa Catarina, Glauco Olinger, foi grande incentivador do Projeto de Fruticultura de Clima Temperado (Profit) e da pesquisa, com a criação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc) (hoje Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri), que assumiu os projetos de pesquisa de forma exemplar. Houve, também, a colaboração bastante intensa do governo alemão por intermédio da Agência de Cooperação Técnica Alemã (GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH).

O estabelecimento, em definitivo, da cultura da macieira deveu-se à assessoria de Amnon Erez, pesquisador do Volcani Institute de Israel, que desenvolveu a tecnologia de tratamento para a superação da dormência.

O pêssego sofria concorrência desleal da compota da Grécia, que praticava o dumping, levando muitas indústrias de processamento à falência. A ameixeira, infectada pela *Xylella fastidiosa* Wells et al., bactéria causadora da escaldadura, foi quase dizimada nos estados do Sul nas décadas de 1970 e de 1980. A figueira sofria sérios problemas de mercado. As uvas de mesa começaram a sofrer quedas nos preços por causa da produção em regiões tropicais, praticamente o ano todo, e as de vinho, em razão da concorrência dos importados do Mercosul, que são isentos de impostos.

Com a adoção, pela Embrapa, dos Programas Nacionais de Pesquisa por Produtos (PNP), a Uepae de Cascata passou a denominar-se Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (Embrapa Clima Temperado), coordenando o Programa Nacional de Fruteiras de Clima Temperado. Foi o melhor período vivenciado pela pesquisa, pois nunca houve tanto trabalho conjunto com outras instituições de pesquisa, universidades, extensão rural, setor privado, etc. Os problemas foram sendo superados ou melhor internalizados. Em fins de 1970, o País torna-se auto-suficiente na produção de pêssego e em meados de 1990 na de maçã. Os preços das frutas em vez de aumentarem, diminuíram, mas, apesar disso, o produtor manteve o ganho por conta de novas cultivares e tecnologias que permitiam melhor produtividade. Maçã, pêssego e uva, que eram frutas de consumo de privilegiados ou de ocasiões especiais, tornaram-se de consumo popular. O consumo de vinhos e de compotas está estacionário há alguns anos, mas, em compensação, vem aumentando o consumo de espumantes e sucos de uva e pêssego.

A maçã foi a primeira fruta no Brasil a receber o selo de conformidade com as normas de produção integrada de frutas e, hoje, quase todas as espécies frutíferas estão adotando essa sistemática de produção. A tendência de expansão das fruteiras de climas temperado e subtropical vai continuar em locais tradicionalmente conhecidos e também em novas regiões como, por exemplo, a produção de figos no Ceará, que já teve início; maçã e ameixa na Bahia; caqui, pêra e pêssego que estão sendo testados no Vale do Submédio São Francisco; uva no Centro-Oeste e Nordeste, etc.

Naturalmente, as demandas de pesquisa aumentam e pedem urgência de soluções, que são cada vez mais difíceis, pois muitos dos conceitos básicos de fisiologia e metabolismo vegetal não são capazes de explicar a performance dessas espécies temperadas e subtropicais em ambientes considerados totalmente inóspitos a elas.

Capítulo 2

Ameixa

Luis Antonio Suita de Castro
Wilson Barbosa
Bonifacio Hideyuki Nakasu
Maria do Carmo Bassols Raseira

Anualmente, o Brasil consome cerca de 50 mil toneladas de ameixas, sendo 30 % desse total importado do Chile e da Argentina (MADAIL, 2003). Entre as regiões produtoras brasileiras, destacam-se as zonas de clima temperado ameno dos estados do Sul e do Sudeste. A maioria das cultivares tradicionais é bastante exigente em frio no período de repouso. As cultivares mais conhecidas, como Santa Rosa e América, exigem cerca de 400 horas a 600 horas de acúmulo de temperatura igual ou menor que 7,2 °C, e a Eldorado, mais de 700 horas. Já as cultivares lançadas pelo IAC, como IAC Carmesin e IAC Kelsey-31, necessitam de menos de 200 horas (NAKASU et al., 1981; RIGITANO; OJIMA, 1973). Com a evolução dos trabalhos de pesquisa, a ameixeira começou a ser cultivada, com êxito, em áreas mais quentes, com 80 horas ou até menos de frio (OJIMA et al., 1992). Observa-se, em caso extremo, a expansão em regiões de clima tropical de altitude, como em Mucugê, na Bahia, em latitude de 13°00' S, longitude de 41°22' W e altitude de 980 m (BARBOSA, 2006).

Todas as cultivares plantadas no Brasil pertencem ao grupo das diplóides que produzem frutas de diversos tamanhos e formas, com película fina, adstringente de polpa firme, amarela, vermelha ou roxa, fibrosa, doce e aromática.

Do grupo das hexaplóides avaliadas pela pesquisa, duas cultivares apresentam possibilidades de exploração nas regiões mais frias dos altiplanos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a D'Agen e a Stanley (NAKASU et al., 1997).

Classificação botânica

A ameixeira pertence à família Rosaceae, à subfamília Prunoidae e ao gênero *Prunus*, que compreende mais de 20 espécies (WEINBERGER, 1975). Duas das principais estruturam a maioria das cultivares atualmente existentes: a diplóide *Prunus salicina* Lindl. (2n=16), conhecida como ameixa-japonesa, originária do Extremo Oriente, e a hexaplóide *Prunus domestica* L. (2n=48), também conhecida como ameixa-européia, originária do Cáucaso, da Turquia e da Pérsia.

O melhoramento genético da ameixeira

A ameixa diplóide já era cultivada há milhares de anos na China (YOSHIDA, 1987, citado por OKIE; RAMMING, 1999). Plantas de cultivares melhoradas como Kelsey e Abundance foram introduzidas nos Estados Unidos da América há mais de 100 anos. Lá, Luther Burbank, o melhorista que mais contribuiu para o melhoramento genético da ameixeira, entrecruzou esses e outros acessos com *P. simonii* Carrière e outras espécies norte-americanas, resultando nas cultivares Beauty, Burbank, Eldorado, Gaviota, Santa Rosa, Satsuma, Shiro e Wickson. Essas cultivares formaram a base do cultivo de ameixeira no mundo e algumas são largamente cultivadas até hoje (RASEIRA; NAKASU, 2001; NAKASU et al., 1981).

Cultivares de ameixas hexaplóides são as mais plantadas na Europa e em algumas regiões da Argentina e do Chile e exigem mais de 700 horas de frio. No Brasil, todos os programas de melhoramento genético da ameixeira referem-se à *P. salicina*, diplóide. O IAC, por intermédio do pesquisador Orlando Rigitano e sua equipe, foi o que mais contribuiu para o estabelecimento do cultivo de ameixeiras no País. Este Instituto mantém os genótipos de ameixeira de mais baixa exigência de frio hibernal do mundo (SHERMAN et al., 1992; BYRNE et al., 1999) e já lançou diversas cultivares pouco exigentes em frio (OJIMA et al., 1992). A base do melhoramento realizado no IAC foi formada por 'Kelsey Paulista' e 'Roxa de Itaquera' (Fig. 1). Como resultado inicial desse projeto, selecionou-se, já em 1969, a ameixeira 'IAC Carmesim', com ampla adaptação ao clima da região, alta produtividade e precocidade de maturação dos frutos, que se expandiu rapidamente em várias áreas de São Paulo e nos estados vizinhos.

Foto: Gabriel Bittencourt de Almeida



Fig. 1. Ameixa 'Roxa de Itaquera'.

A Embrapa Clima Temperado mantém um programa de melhoramento genético de ameixeira do qual surgiu a série ‘Pluma 1’ a ‘Pluma 7’. Esta última (Fig. 2) produz frutas de bom tamanho, com epiderme e polpa vermelhas e firmes, é adaptada a regiões com cerca de 300 horas de frio, entretanto, é suscetível à bacteriose. Outra cultivar recomendada por esse programa é a Amarelinha (Fig. 3), selecionada por um produtor de Porto Alegre, Rio Grande do Sul; de boa qualidade, é suscetível à bacteriose, mas tolerante à escaldadura. A base genética desse programa é constituída pelas cultivares Santa Rosa, Amarelinha e Reubennel.

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira

**Fig. 2.** Ameixa ‘Pluma 7’.

Foto: Luis Antônio Saita de Castro

**Fig. 3.** Ameixa ‘Amarelinha’.

O requerimento em frio que se busca é de 200 horas a 500 horas. A Embrapa Clima Temperado, com a colaboração da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, tem introduzido cultivares adaptadas às várias regiões brasileiras, mantendo cerca de 200 acessos de ameixeiras diplóides e hexaplóides, que constituem o Banco Ativo de Germoplasma da cultura (CASTRO; CAMPOS, 2003).

Entraves fitotécnicos ao cultivo da ameixa

Além da pouca disponibilidade de cultivares adaptadas às condições de clima e da baixa qualidade das mudas produzidas, problemas como a bacteriose, escaldadura das folhas, ferrugem e viroses sempre interferiram no desenvolvimento da cultura da ameixeira.

A bacteriose, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* (Smith) Dye, provoca manchas necróticas nas folhas, ramos e frutas. É problema limitante do Rio Grande do Sul ao Paraná, mas de pouca importância em São Paulo e Minas Gerais. Nesses estados, por sua vez, a ferrugem, causada por *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Diet, pode ser comprometedora (MARTINS; RASEIRA, 1989; CAMPO DALL'ORTO et al., 1979), provocando o desfolhamento precoce da planta.

A escaldadura, causada por *Xylella fastidiosa* Wells et al., é fatal, tendo quase dizimado os pomares de ameixeira desde o sul do Rio Grande do Sul até o Paraná, na década de 1970. Essa doença pode ter sido introduzida da Argentina (FRENCH; KITAJIMA, 1978; FRENCH; FELICIANO, 1982; RASEIRA et al., 1992). Primeiramente, todos os pomares em produção na Serra Gaúcha e em São José dos Pinhais, próximo a Curitiba, no Paraná, onde se encontravam as maiores concentrações de ameixeiras, foram rapidamente infectados. Como não existia controle químico eficiente, a então Uepae de Cascata iniciou trabalho intenso de limpeza clonal por meio de termoterapia e cultura de meristemas, em 1980, e algumas das principais cultivares foram obtidas e indexadas utilizando testes imunológicos. Em 1982 foi introduzida uma centena de cultivares, das quais algumas foram indicadas para produção comercial, como é o caso de Reubennel e Harry Pickstone, da África do Sul, e de Santa Rosa e América, dos Estados Unidos da América.

Durante a década de 1980, foi reiniciado o plantio de ameixeiras nos estados do Sul do Brasil, a partir de mudas isentas de *X. fastidiosa*. Na área de

fitotecnia, foram avaliados sistemas de plantio, poda, condução de plantas e implantação de pomares. Na de nutrição, foram determinados os sintomas de carências nutricionais e definida a metodologia de análise foliar para ameixeiras.

No programa de melhoramento genético de ameixa do Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), com hibridações iniciadas em 1980, já foram avaliadas mais de 30 mil plântulas combinando resistência à bacteriose, escaldadura e ferrugem, com exigência de frio de 200 horas a 500 horas. 'Irati' (Fig. 4), a primeira cultivar lançada, apresenta maturação precoce e alta tolerância à bacteriose (HAUAGGE et al., 1991).

Foto: Luis Antônio Saita de Castro



Fig. 4. Ameixa 'Irati'.

Em Santa Catarina, a Epagri introduziu a cultivar Letícia, da África do Sul, em 1986, que tem mostrado boa adaptação e está em franca expansão nos estados do Sul.

Perspectivas de cultivo da ameixa-japonesa

Embora muitos pomares estejam apresentando bons resultados, a escaldadura das folhas da ameixeira ainda é preocupante na região da Serra Gaúcha, alguns locais do Planalto Catarinense e no Paraná, onde têm sido constatadas reinfecções. Considera-se que grande parte dos problemas estão relacionados à falta de qualidade das mudas produzidas. A Embrapa Clima Temperado tem disponibilizado material propagativo de alta sanidade e com identidade genética, utilizando plantas mantidas em borbulheiras sob rigoroso controle fitossanitário.

No Brasil, a ameixeira-japonesa apresenta boas perspectivas de investimento, pois tem bom mercado consumidor pelas suas características de sabor agradável, e ser fonte de nutrientes, fibras e energia.

Perspectivas de cultivo para a ameixa-européia

Até o momento, o Brasil não produz ameixa-européia e importa cerca de 10 mil toneladas por ano de ameixa desidratada. Na região produtora de maçãs de Vacaria, no Rio Grande do Sul, e São Joaquim, em Santa Catarina, alguns agricultores começam a investir na produção dessa ameixa. A 'D'Agen' (Fig. 5) e a 'Stanley', altamente produtoras de frutas de boa qualidade, têm grandes chances de sucesso.

Foto: Luis Antônio Suija de Castro



Fig. 5. Ameixa 'D'Agen'.

As perspectivas de desenvolvimento da ameixa-européia no Brasil são boas. É espécie que poderá ter grande repercussão socioeconômica para a Região Sul. A alta rusticidade a campo, praticamente sem a interferência dos problemas que existem na ameixeira-japonesa, o baixo custo de produção e o mercado demandante são fatores atrativos.

Referências

BARBOSA, W. **Gulfblaze**: nova opção de ameixa para o Estado de São Paulo. 2006. Artigo em hipertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/Ameixa/Ameixa.htm>>. Acesso em: 1 mar. 2007.

- BYRNE, D. H.; SHERMAN, W. B.; BACON, T. A. **Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm winter conditions** temperate fruitcrops in warm climate: Chapman and Hall, 1999. 100 p.
- CAMPO DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; RIBEIRO, I. J. A.; RIGITANO, O.; VEIGA, A. A Resistência varietal da ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.) à ferrugem (*Tranzschelia* sp.) nas condições de Tietê – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS: SBF, 1979. p. 785-796. CASTRO, L. A. S.; CAMPOS, A. D. (Ed.). **Ameixa produção**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2003. 115 p.
- FRENCH, W. J.; KITAJIMA, E. W. Occurrence of plum leaf scald in Brazil and Paraguay. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 62, n. 12, p. 1035-1038, 1978.
- FRENCH, W. J.; FELICIANO, A. A. distribution and severity of plum leaf scald in Brazil, **Plant Disease**, St. Paul, v. 66, n. 6, p. 515-517, 1982.
- HAUAGGE, R.; TSUNETA, M.; HISANO, Z. Iapar – 'Irati', uma nova cultivar precoce de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 3, p. 285-291, 1991.
- MADAIL, J. C. M. Aspectos socioeconômicos. In: CASTRO, L. A. S. (Ed.). **Ameixa Produção**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 13-15.
- MARTINS, D. M.; RASEIRA, M. C. B. sources of bacterial spot resistance in plum cultivars. **Fruit Varieties Journal**, Urbana, v. 50, n. 3, p. 114-122, 1989.
- NAKASU, B. H.; BASSOLS, M. C.; FELICIANO, A. J. Temperate fruit breeding in Brazil. **Fruit Varieties Journal**, Urbana, v. 35, n. 4, p. 114-122, 1981.
- NAKASU, B. H.; RASEIRA, M. C. B.; Ameixeira. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa: UFV, 2002. p. 13-26.
- NAKASU, B. H.; RASEIRA, M. C. B.; CASTRO, L. A. S. Frutas de caroço: pêssego, nectarina e ameixa no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 189, p. 8-13, 1997.
- OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O. **Cultivares de ameixeira para o Estado de São Paulo** Campinas: IAC, 1992. 16 p. (Boletim técnico, 144).
- OKIE, W. R.; RAMMING, D. W. Plum breeding worldwide. **HortTechnology**, Alexandria, v. 9, n. 2, p. 162-176, Apr.-Jun., 1999.
- RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; Melhoramento genético de fruteiras temperadas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**, Rondonópolis, MT, Fundação MT, 2001. p. 443-477.
- RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; SANTOS, A. M.; FORTES, G. F.; MARTINS, O. M.; RASEIRA, A.; BERNARDI, J. The CNPFT – Embrapa fruit breeding program in Brazil. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 11, p. 1154-1157, 1992.
- RIGITANO, O.; OJIMA, M. **Carmesin, nova ameixa para o Estado de São Paulo** Campinas, SP: IAC, 1973. 10p. (Boletim nº 205).
- SHERMAN, W. B.; TOPP, B. L.; LYRENE, P. M. Japanese type plum cultivars for subtropical climates. **Acta Horticulture**, Alexandria, n. 317, p. 149-153, 1992.
- WEINBERGER, J. H. Plums. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette, Purdue University, 1975. p. 336-347.

Capítulo 3

Caqui

Gilmar Arduino Bettio Marodin

O caquizeiro é uma frutífera de folhas caducas que apresenta elevada produção de frutos e boa capacidade de adaptação climática. O caqui é considerado uma das frutas mais saudáveis pelos altos conteúdos de açúcares assimiláveis, boas quantidades de vitaminas A e C e sais minerais. O teor de açúcar, que varia entre 14 % e 18 %, supera o da maioria das frutas de consumo popular. É recomendado contra as afecções do fígado, os transtornos intestinais, da bexiga e as enfermidades das vias respiratórias. O caqui convém aos tuberculosos, desnutridos, anêmicos e descalcificados (RAGAZZINI, 1995).

As plantas apresentam poucos problemas fitossanitários em relação às outras espécies temperadas, sendo considerada rústica, vigorosa e de alta produção.

As principais cultivares produzem somente flores femininas, frutificando por partenocarpia, dispensando, portanto, a polinização. No entanto, o plantio de polinizadoras é recomendado para a cultivar Fuyu, em que a má polinização chega a causar a queda de frutos da ordem de 50 % (MATOS et al., 1997).

Classificação botânica

O caquizeiro pertence à família Ebenácea, ao gênero *Diospyros*, que compreende perto de 200 espécies, a maioria originária da Ásia, entre as quais, além da *D. kaki* Thunb. se destacam *D. lotus* L., usada como porta-enxerto, e *D. ebenum* J. König, produtora de madeira de fama mundial, o ébano. No continente americano existem algumas espécies como a *D. virginiana* L., usada como porta-enxerto e a *D. inconstans* Jacq., utilizada em arborização urbana (ZUANG, 1992; GOMES, 1993).

Para a produção de frutas, todas as cultivares importantes pertencem à espécie *Diospyros kaki*, nativa da China, de onde, há séculos, foi levada para o Japão, sendo, hoje, cultivada em todo o mundo.

Importância econômica

O caquizeiro apresenta lento desenvolvimento inicial e é relativamente tardio quanto às primeiras colheitas comerciais, com longevidade de várias dezenas de anos (OJIMA et al., 1976). O trabalho de melhoramento realizado pelo Instituto Agrônômico (IAC) nas décadas de 1960 e 1970 proporcionou uma série de cultivares. O mesmo valeu para as cultivares introduzidas que, no caso da Fuyu, tornou-se uma das principais em São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (OJIMA et al., 1976; MATOS, 1993; EMATER, 2004). A Tabela 1, condensada de várias fontes, retrata a importância da cultura no Brasil.

Tabela 1. Estados produtores, área estimada e produtividade do caqui no Brasil, em 2006

Estado	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
São Paulo	3.610	87.000	24,0
Paraná	1.400	12.000	8,5
Rio Grande do Sul	1.230	18.500	15,0
Rio de Janeiro	611	10.107	16,5
Santa Catarina	460	3.590	7,8
Minas Gerais	207	2.452	11,8
Total	7.518	133.649	–

Fonte: Dados compilados de João e Conte (2006); Epagri (2005).

As cultivares de caqui no País, de acordo com as características de seus frutos, enquadram-se em três diferentes tipos: Shibugaki, Amagaki e Variável (MARODIN, 1994; OJIMA et al., 1976; INFORME AGROPECUÁRIO, 1985; RAGAZZINI, 1995). O tipo Shibugaki compreende as cultivares de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, cujos frutos apresentam ou não sementes. Destacam-se ‘Taubaté’, ‘Pomelo’, ‘Rubi’, ‘Trakoukaki’, ‘Hachiya’, ‘Coração-de-boi’, ‘Regina’ e ‘Costata’.

O tipo Amagaki, ou Constante, abrange as cultivares sempre não-taninosas (caquis doces), de polpa amarelada, tendo os frutos sementes ou não. As principais cultivares são: Fuyu (Fig. 1), Jirô, Hanagoshô, Fuyuhana (Fig. 2) e Fuyugaki.

O tipo Variável inclui as cultivares de polpa taninosa e de cor amarelada, quando sem sementes, e não-taninosa, parcial ou totalmente, quando apresentam uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de coloração escura, enquanto nos frutos com poucas sementes a tonalidade escura aparece

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 1. Caqui 'Fuyu'.

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 2. Caqui 'Fuyuhana'.

apenas ao redor delas. Esse é o tipo dos caquis popularmente chamados de “chocolate”. As principais cultivares são Rama Forte, Giombo, Chocolate, Kaoru, Luiz de Queiroz, Ushida, Hyakuma, Karioba e Kioto.

O caquizeiro possui ampla capacidade de adaptação a diversas condições ambientais. Durante o inverno, pode sobreviver com temperatura de até -18°C . Deve ser salientado, no entanto, que existem cultivares pouco exigentes em frio para o repouso hibernar, como Taubaté, Rama Forte, Fuyuhana (Fig. 2) e Giombo, que estão sendo testadas em clima tropical do Vale do São Francisco, em Pernambuco.

O caquizeiro é uma planta bastante rústica e, nas condições do Brasil, com poucos problemas fitossanitários.

Referências

EMATER. Rio Grande do Sul/Ascar. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2003/2004**. Rio Grande do Sul/Ascar; coordenado por Paulo Lipp João - Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2004. 89 p.

EPAGRI. Gerência Regional de Videira. **Frutas de Clima Temperado: situação da safra 2004/2005 e previsão da safra 2006/2007**. 16 f.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Biblioteca Rural, Livraria Nobel S/A, 1993. p. 153-162.

INFORME AGROPECUÁRIO. Fruticultura de clima temperado. Belo Horizonte, MG, **Cultivares de caquizeiro**, v. 11, n. 124, p. 8-9. 11 abr. 1985.

JOAO, L. P.; CONTE, A. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul** Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2007. 83 p.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil, Rio de Janeiro** Disponível em: <www.ibge.gov.br.>

KIMATI, H.; MORIM, L.; FILHO BERGAMIN, A.; CAMARGO, L. E. A; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 1995-1997. p. 226-232. (Doenças das plantas cultivadas).

MARODIN, G. A. B. **Avaliação de cultivares de caquizeiro na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. Relatório de Pesquisa. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 10 p.

MATOS, C. S. **A cultura do caquizeiro no Meio-Oeste Catarinense** v. 6, n. 2, jun.1993, p. 38-41.

MATOS, C. S. A influência da polinização sobre a fisiologia, constituição e formação dos frutos do caquizeiro. **Agropecuária Catarinense**, v. 10, n. 2, Jun. 1997. p. 5-7.

OJIMA, M; DALL'ORTO, F. A. C.; RIGITANO, F. Estudo do pegamento e desenvolvimento dos frutos do caquizeiro e seu relacionamento com a presença de sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1976, Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 1976. p. 47-48.

RAGAZZINI, D. **El Kaki**. (Versão Espanhola). Madri, Espanha: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. p. 176.

ZUANG, H. **Nuevas espécies frutales**. Madri, Espanha: Ctifl. Ediciones Mundi-Persa, 1992. p. 115-123.

Capítulo 4

Figo

Antonio Roberto Marchese de Medeiros

A figueira (*Ficus carica* L.) é originária do sul da Arábia, de onde foi difundida para a Europa e, posteriormente, para a América. Sabe-se que inicialmente foi cultivada pelos árabes e judeus, em regiões semi-áridas, no sudeste da Ásia. Pelo menos nove séculos antes de Cristo foi introduzida no Egito, Grécia e Itália. Nas Américas, a introdução se fez pela América Central, pouco depois do descobrimento (RIGITANO, 1955). Em 1532, Martim Afonso de Souza introduziu a figueira no Brasil, porém, foi com a imigração de italianos que a cultura teve maior impulso ao trazerem a maior parte das cultivares a São Paulo. A partir de 1920 é que, realmente, teve início o cultivo comercial de figueiras. Na década de 1970 a região de Valinhos, São Paulo, apresentava cerca de 2 milhões de pés de figueira, 500 produtores e cerca de 1 mil hectares plantados. Na década de 1980 houve uma queda diminuindo para cerca de 300 mil plantas, 110 produtores e 230 ha. Esse declínio foi causado pela grande ocorrência de doenças e a concorrência com outras espécies frutíferas que, hoje, está se revertendo. Atualmente, está ocorrendo ampliação da região produtora de figos em São Paulo e, especialmente, na região sul de Minas Gerais.

Os figos desenvolvem-se de uma inflorescência interna, incluindo partes florais, sépalas, pedúnculos e ovários. A inflorescência é interna com um pedúnculo suculento externo e as flores situadas em seu interior. A infrutescência é botanicamente chamada de sincônio. Conforme as características florais e os hábitos de frutificação distinguem-se quatro tipos: caprifigos, figos-de-esmirna (ou smyrna), figos-comuns e figo-são-pedro, quais sejam:

- a) Caprifigo (*Ficus carica silvestris*) – constitui a única classe de figos que apresenta estames fornecedores de pólen. São os únicos figos que apresentam flor com estilo curto (brevistiladas), apropriadas à oviposição e ao desenvolvimento da vespa-polinizadora *Blastophaga psenes* L., numa relação de simbiose.
- b) Smyrna (*Ficus carica smyrniaca*) – nessa classe de figos a caprificação é indispensável. Figos do tipo Smyrna são mais doces, firmes e mais duráveis, após a colheita, do que os figos do tipo comum.
- c) Comum (*Ficus carica violaceae* ou *F. carica hortensis*) – no Brasil, somente são cultivadas cultivares do tipo Comum, cujas flores são exclusivamente femininas. Os figos tipo comum desenvolvem-se partenocarpicamente, podendo, porém, ser polinizados e produzir sementes.
- d) São-pedro (*Ficus carica intermedia*) – são intermediários entre os do tipo Smyrna e o Comum. Têm apenas flores femininas com estilo longo.

Existem 25 cultivares de figo no Brasil, mas apenas uma é comercial, a Roxo de Valinhos (Fig. 1 e 2), introduzida no País por um imigrante italiano que a cultivou no Município de Valinhos, São Paulo. É uma cultivar rústica, vigorosa e produtiva, com boa adaptação a diversos climas. A fruta é alongada, grande e piriforme, com pedúnculo curto, coloração externa roxo-escura e a polpa rosa-violácea. As frutas podem ser destinadas tanto para o consumo in natura quanto na forma de doces em calda ou cristalizados. Essa cultivar apresenta vários sinônimos, tais como Negro Largo, Corbo, Brown Turkey, Granata e San Piero.

Foto: Antônio Roberto Marchese de Medeiros



Fig. 1. Figueira em produção.

O figo está entre as 20 principais frutas exportadas pelo Brasil, tendo exportado 900 mil quilos no valor de US\$ 2,1 milhões FOB em 2004. Os maiores importadores do figo brasileiro são Alemanha, França, Países Baixos, Reino Unido e Suíça, entre mais de 10 países para onde, costumeiramente, são feitos embarques aéreos (www.mdic.gov.br).

A figueira é uma espécie caducifólia, que possui grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas, apresentando muito pouca necessidade de frio para completar o repouso hibernar. Na região central do

Foto: Antônio Roberto Marchese de Medeiros



Fig. 2. Figo maduro.

Brasil, assim como no Vale do Rio São Francisco, no Nordeste brasileiro, seu cultivo é feito com irrigação em condições de produzir figos durante 10 meses consecutivos. A indução da paralisação da fase vegetativa é provocada pela interrupção no fornecimento de água. Para sobreviverem, as plantas soltam as folhas, período durante o qual é procedida a poda (MEDEIROS, 1997).

No Ceará, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, a cultura da figueira foi introduzida com plantas provenientes de Valinhos, em 2005, e já são exportadas frutas para a Inglaterra, a França e a Holanda. O cultivo de figueiras está se expandindo na região com vistas ao mercado da Comunidade Européia, produzindo frutas de alta qualidade praticamente o ano todo nas condições de clima tropical, com manejos culturais adequados (JORNAL DA FRUTA, 2007).

Em Minas Gerais, destacam-se as áreas produtoras ao redor dos municípios de Poços de Caldas, Andradas e Guaxupé. Em São Paulo, os municípios produtores de maior importância são os de Valinhos, Campinas, Louveira e Bragança Paulista, com a principal produção voltada para a mesa, destinada tanto ao mercado interno quanto ao externo. Em 2004 essa região exportou 40 % de sua produção.

Referências

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

JORNAL DA FRUTA, 2007-03-05. Ed. de fevereiro de 2007-03-05. Disponível em: <[www.jornaldafruta@jornaldafruta.com.br](mailto:jornaldafruta@jornaldafruta.com.br)>

MEDEIROS, A. R. M. de. **Figueira (*Ficus carica* L.) cultivo e processamento caseiro**
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, mar. 1997. (Circular Técnica n° 5).

RIGITANO, O. **Instruções para a cultura da figueira no Estado de São Paulo** Piracicaba,
1955. 30 p. Tese (Doutorado) - Esalq.

Literatura recomendada

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatística**. Disponível em:
<www.agricultura.gov.br>.

Capítulo 5

Maçã

Roberto Hauagge
Claudio Horst Bruckner
José Luiz Petri

A maçã é a fruta de clima temperado de maior dispersão e consumo in natura em todo o mundo. É a quarta fruta em produção mundial, ultrapassada somente pelos citros, pela uva e pela banana. No Brasil, é consumida em todas as regiões, superando até muitas frutas tropicais. As características excepcionais de conservação da fruta, o aproveitamento quase integral, a organização dos canais de distribuição e o preço popular sedimentaram o consumo de maçãs no País. Parte da produção é processada como purês, geléias e fruta desidratada, mas principalmente em suco concentrado e bebidas fermentadas.

Classificação botânica

A macieira pertence à família Rosaceae, subfamília Maloideae (Pomoidae), gênero *Malus*. Esse gênero compreende 33 espécies, muitas das quais passíveis de serem cruzadas entre si (KORBAN, 1986; WAY et al., 1991). Segundo Korban e Skirvin (1984), *Malus domestica* Borkhausen é a denominação apropriada para a macieira cultivada.

As espécies de *Malus* têm, normalmente, $2n = 2x = 34$ cromossomos. Algumas cultivares de macieira são triplóides.

A cultura da macieira no Brasil

A moderna cultura da macieira é uma história de sucesso na fruticultura brasileira. No final dos anos de 1960, quando ainda se importava praticamente toda a maçã consumida no País, imigrantes franceses-argelinos iniciavam o desenvolvimento de moderno plantio de macieiras em Fraiburgo, Santa Catarina. Com a vinda do grupo Evrard/Mahler, incentivados por René Frey, que os visitou na Argélia, e estimulados por Willy Frey, seu filho, foi fundada

a empresa Safra, inicialmente voltada para a produção de uvas e vinhos. Nos anos de 1963 e 1964, a Safra importou mudas de diversas espécies, incluindo muitas cultivares de macieiras que foram implantadas na região sob a orientação do engenheiro-agrônomo francês Roger Biau, especialista em fruticultura temperada (FREY, 1987). Em 1965 o grupo convida o sr. George Delbard, um dos maiores viveristas da Europa, que percorreu toda a Região Sul do Brasil, incentivando o plantio de macieiras. Foram importadas cerca de 100 mil mudas de diversas fruteiras, com maior intensidade de macieira.

Diante dos primeiros resultados obtidos, o então Secretário da Agricultura de Santa Catarina, dr. Luiz Gabriel, apresentou, em 1968, o Projeto de Fruticultura de Clima Temperado (Profit), que, em dezembro do mesmo ano foi sancionado pelo governo estadual por meio da Lei nº 4.263, com o apoio do dr. Glauco Olinger, sucessor de Luiz Gabriel. Em 1969, a firma Reflorestamento Fraiburgo Ltda. (Reflor), liderada pelo sr. Willy Frey, implantou o primeiro pomar de macieira comercial, aproveitando a Lei Federal nº 5.106, conhecida como Lei de Incentivos Fiscais, que permitia abater 50 % do imposto de renda para a aplicação em reflorestamento.

Embora a macieira tivesse sido introduzida por imigrantes há muito no Brasil, os testes iniciais, a política de substituição de importações vigente no País, a necessidade de novas alternativas econômicas para agricultores locais, ações de forças políticas em Santa Catarina e o estímulo dos recursos estabelecidos pela Lei de Incentivos Fiscais para Reflorestamento dos anos de 1960 e 1970, fizeram com que, em poucas décadas, a atividade se estruturasse técnica e economicamente para que o País se tornasse expressivo produtor mundial com sistemas de produção próprios, modernos e eficientes. Nesse sentido, o ano de 1998 é um marco importante, pois o Brasil atingiu a auto-suficiência e passou a exportar maçã como resultado de uma produção de 720 mil toneladas, tornando essa fruta de consumo popular (BLEICHER, 2006).

A cultura da macieira expandiu-se principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, formando três pólos de produção: Fraiburgo e São Joaquim, em Santa Catarina, e Vacaria no Rio Grande do Sul. Hoje, a cultura da macieira está concentrada em alguns núcleos de produção bem definidos, incluindo Fraiburgo, São Joaquim, Bom Jardim, Urubici, Lajes e Água Doce, no Estado de Santa Catarina; Vacaria, Bom Jesus, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul; e Palmas, no Paraná. Mais recentemente, alguns locais do norte do Estado do Paraná, sul do Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais têm mostrado interesse no plantio de novas cultivares de baixo requerimento em frio, em pequenas áreas, para a produção de frutas mais precoces que são colhidas antes da safra das principais regiões produtoras.

A pesquisa com maçã no Brasil

Na pesquisa com macieira, entre 1935 e 1944, o imigrante Albino Bruckner selecionou uma cultivar que recebeu o nome de Brasil, também conhecida como Bruckner do Brasil que, provavelmente, é originária de semente da cultivar Gravenstein. Em 1947, o dr. Orlando Regitano iniciou um programa de melhoramento de fruteiras de clima temperado no Instituto Agrônômico (IAC) em Campinas, São Paulo, que resultou na obtenção da cultivar de macieira Rainha, lançada em 1975 (OJIMA et al., 1988).

Pesquisas realizadas na Estação Experimental de São Joaquim, instituição da Secretaria da Agricultura de Santa Catarina, liderada pelo pesquisador Pedro Alcântara Ribeiro, impulsionaram os trabalhos e a cultura da macieira a partir da década de 1970, com a colaboração do governo japonês, na pessoa do técnico Kenshi Ushirozawa. Também na Estação Experimental de Videira, à época vinculada ao Ministério da Agricultura, liderada pelo pesquisador Mário de Pellegrin, foi implantada, em 1968, uma coleção de cultivares, principalmente do grupo Delicious. Em 1970, a EEV iniciou observações na coleção da empresa Safra, que incluía as cultivares Gala e Fuji.

A partir de 1973 o Estado de Santa Catarina ampliou as pesquisas com a cultura da macieira e estabeleceu um programa de melhoramento genético, lançando, nas décadas de 1980 e 1990, inúmeras cultivares, com destaque para a Fuji Suprema, a Catarina e a Daiane (CAMILO; DENARDI, 2006). No mesmo ano, foi convidado o dr. Amnon Erez, do Volcani Institute, de Israel, que desenvolveu pesquisas em quebra da dormência em macieira com pesquisadores da então Empasc e da Estação Experimental de Pelotas (EEP), o que permitiu estabelecer, em definitivo, a cultura da macieira no Brasil. Hoje, José Luiz Petri, um dos cientistas que lidera a pesquisa nessa área, tem reconhecimento internacional.

Melhoramento de macieira no Brasil

O primeiro trabalho de melhoramento no País foi efetuado pelo fruticultor Albino Bruckner, em Piedade, São Paulo, que introduziu sementes de polinização aberta da Europa nos anos de 1932 e 1933. Foi então selecionada a 'Brasil' ou 'Bruckner do Brasil' (BRUCKNER; DAAMEN, 1988), que viabilizou a produção de maçãs em São Paulo e estados vizinhos nas décadas de 1960 e 1970. Em 1953, o IAC iniciou o programa de melhoramento genético da macieira

(RIGITANO et al., 1975) e, de várias cultivares lançadas, Rainha teve expressão econômica por suas características de baixa exigência em frio e alta produtividade de frutas de boa qualidade. Numa segunda etapa, foram lançadas ‘Galicia’, ‘Soberana’, ‘Centenária’ e ‘Marquesa’ (DALL’ORTO et al., 1987), todas com baixa exigência em frio. Com a intensificação da produção de maçãs no Sul do País, a área cultivada em São Paulo diminuiu drasticamente.

O programa de melhoramento genético da macieira no Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) foi iniciado em 1979, com ênfase na introdução e no desenvolvimento de cultivares. Os principais objetivos têm sido desenvolver cultivares com pouca exigência de frio hibernal (abaixo de 400 UF), alta produtividade, maturação precoce e resistência a doenças, com ênfase na mancha-de-glomerela [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.] e na sarna [*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter)]. Foram lançadas as cultivares Iapar 75 – Eva, Iapar 76 – Anabela e Iapar 77 – Carícia, que se adaptam bem a locais com 100 UF a 500 UF e possibilitaram a comercialização no mercado brasileiro a partir de dezembro (HAUAGGE; TSUNETTA, 1999). ‘Eva’ (Fig. 1), muito precoce, produtiva e com ampla adaptabilidade, está em franca expansão nas regiões Sul e Sudeste. De baixa exigência em frio, ‘Eva’ é, hoje, plantada em regiões de inverno ameno, desde o Rio Grande do Sul até a Bahia.

Foto: Roberto Hauagge



Fig. 1. Macieira ‘Eva’ em produção.

Em Santa Catarina, o melhoramento da macieira teve início em 1973, com a assessoria do professor Leon Fredric Hough da Rutgers University, de Nova Jersey, Estados Unidos da América, na Empasc, hoje Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri). A partir de 1982 foi dada ênfase à obtenção de novas cultivares com exigência de frio hibernal de 500 horas a 600 horas e resistência à sarna, na Estação Experimental de Caçador (DENARDI; HOUGH, 1987) e, posteriormente, na Estação Experimental de São Joaquim. Foram lançadas as cultivares Primícia e Princesa, em 1986; Fred Hough, Catarina (Fig. 2), Baronesa (DENARDI; CAMILO, 1997) (Fig. 3), Lisgala (DENARDI et al., 1997), Fuji Suprema (PETRI et al., 1997), Daiane (DENARDI; CAMILO, 1998a) (Fig. 4), Condessa (DENARDI; CAMILO, 1998c) (Fig. 5), Duquesa (DENARDI; CAMILO, 1998b) e Imperatriz (DENARDI; CAMILO, 2000), entre outras.

O programa mais antigo do Rio Grande do Sul foi iniciado em 1965 na EEP, hoje Embrapa Clima Temperado. Foram lançadas a 'BR-1' (CAMELATTO et al., 1979) e a 'BR-2' (EMBRAPA, 1980) e, em 1998, foi lançada a 'Rubiana' (RASEIRA et al., 1998). Na Tabela 1, são apresentadas cultivares de macieira selecionadas no Brasil.

Foto: José Luiz Petri

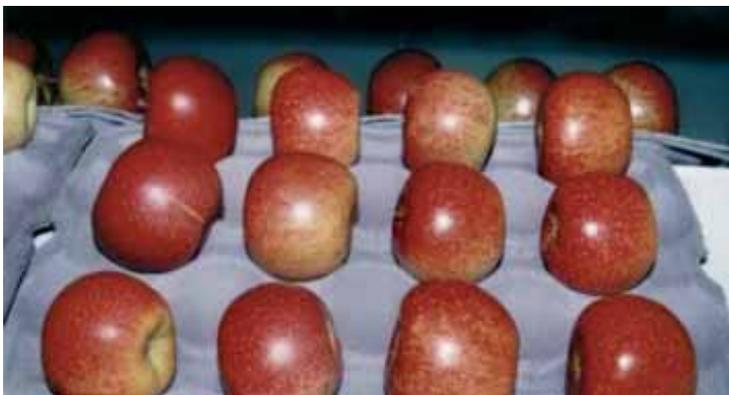


Fig. 2. Maçã 'Catarina', resistente à sarna, sabor doce.

Foto: José Luiz Petri



Fig. 3. Cultivar de maçã Baronesa.

Foto: José Luiz Petri



Fig. 4. Maçã 'Daiane'. Sabor doce tipo Gala e boa aparência.

Foto: José Luiz Petri



Fig. 5. Cultivar de maçã Condessa.

'Fred Hough' – é imune à sarna (Vf), mas mostra problemas sérios de qualidade das frutas.

'Baronesa', 'Imperatriz' e 'Duquesa' – foram recomendadas como polinizadores de 'Fuji', 'Gala' e 'Condessa', respectivamente. 'Condessa' produz frutas precoces, de boa aparência e qualidade, embora tenha mostrado problemas de produtividade.

'Catarina' – similar à 'Fuji', produz frutas de muito bom sabor, é imune à sarna (Vf) e tem mostrado problemas graves de *bitter pit* na pós-colheita (Fig. 2).

'Daiane' – foi lançada recentemente e está em fase de testes. É colhida entre as cultivares Gala e Fuji, tendo mostrado boa aceitação entre os consumidores (Fig. 4).

'Joaquina' – de maturação precoce, é imune à sarna e produz frutas de boa aparência e bom sabor.

'Fuji Suprema' – é um mutante da 'Fuji', de coloração vermelha mais intensa, descoberta no Município de Curitiba, Santa Catarina. Foi testada pela Epagri (CAMILO; DENARDI, 2006; PETRI et al., 1997) e está em franca expansão.

Tabela 1. Cultivares de macieira selecionadas no Brasil.

Cultivar	Origem	Referência	Observações/recomendações
Anabela ⁽¹⁾	Gala x Anna	Hauagge e Tsuneta (1999)	50-200 UF ⁽²⁾ ; problemas com doenças foliares de verão, bom sabor.
Baronesa	Fuji x Princesa	Camilo e Denardi (2006)	500-600 UF; recomendada como polinizador da 'Fuji', maturação tardia.
Brasil	Selecionado por A. Bruckner		Gemas não entram em dormência profunda em climas quentes.
Carícia	Prima x Anna	Hauagge e Tsuneta (1999)	150-450 UF; boa coloração; mas problemas com doenças foliares.
Castel Gala	Mutação de Gala	Denardi e Sedcon (2005)	Baixa exigência em frio, fruto similar a 'Gala'; em expansão.
Catarina	Fuji x PWR37T133	Camilo e Denardi (2008)	Alta necessidade de frio, resistência à sarna, frutas de excelente sabor, produtividade incerta; suscetível a bitter pit e podridão-amarga; em teste.
Centenária	PA ⁽³⁾ de Rainha	Dall'Orto et al. (1987b)	150-400 UF; não chegou a ser cultivada.
Condessa	Gala x M-41	Denardi e Camilo (1998c)	400 UF; precoce, muito boa aparência, produtividade incerta, suscetível à mancha-foliar
Culinária	Valinhense x Rome Beauty	Rigitano et al. (1975)	Gemas não entram em dormência profunda em climas quentes; pouco cultivada comercialmente.
Daiane	Gala x Princesa	Denardi e Camilo (1998a)	Necessita de 650 UF, maturação entre 'Gala' e 'Fuji', resistente à glomerela; cultivar em teste.
Duquesa	Anna x D1R100T147	Denardi e Camilo (1998b)	450 UF; imune à sarna; recomendado como polinizador de 'Condessa'.

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultivar	Origem	Referência	Observações/recomendações
Estrela	Mutação de Brasil	Bruckner e Daamen (1988)	Mutante mais colorido de Brasil; outros caracteres idênticos.
Eva	Gala x Anna	Hauagge e Tsuneta (1999)	100-450 UF; precoce, altamente produtiva, resistente à mancha-foliar de glomerela; cultivar em expansão.
Fred Hough	NJ-76 x Coop-14	Denardi e Camilo (2006)	700-800 UF; imune à sarna, frutas com sérios problemas de qualidade.
Fuji Frey	Mutação de Fuji	Hauagge e Cummins (2000)	300-400 UF, precoce, idêntica a 'Fuji', em avaliação.
Fuji Suprema	Mutação de Fuji	Petri et al. (1997)	Frutas com coloração vermelho-intensa, cultivar em expansão.
Galícia	Gala x Anna seedling	Dall'Orto et al. (1987a)	100-300 UF; frutas de boa qualidade, pequenas; não chegou a ser cultivada comercialmente.
Imperatriz	Gala x Mollie's Delicieux	Camilo e Denardi (2006)	700-800 UF; produtiva, resistente à glomerela.
Lisgala	Mutação de Gala	Camilo e Denardi (2006)	Epiderme da fruta mais vermelha do que de 'Gala'; menos competitiva que outros mutantes
Rainha	Golden Delicious x Valinhense	Rigitano et al. (1975)	Gemas não entram em dormência em climas quentes; ótima polinizadora para 'Gala'.
Rubiana		Raseira et al. (1998)	Recomendada para pomares caseiros e indústria; em teste.

(1) Diferente da 'Anabela', lançada pelo Iapar.

(2) UF = número de unidades de frio para a quebra da dormência.

(3) PA = Polinização aberta.

Na atualidade, a instituição do Programa de Produção Integrada de Maçã (PIM), sob os auspícios do governo federal¹ e coordenado por pesquisadores envolvidos com a cultura, tem organizado, selecionado e difundido informações (PROTAS; SANHUEZA, 2004) em um processo de certificação compatível com uma visão responsável de fruticultura.

Em pós-colheita e armazenamento, o desenvolvimento de informações para uso de atmosfera controlada nos últimos anos tem aumentado a disponibilidade de frutas de ‘Gala’, de boa qualidade, ainda nos meses de novembro e dezembro, e ‘Fuji’ até o final de janeiro (ARGENTA et al., 2006).

Perspectivas da cultura da macieira no Brasil

A cultura da macieira evoluiu rapidamente no Brasil, de tal forma que, em poucas décadas, o País tornou-se auto-suficiente e passou a exportador da fruta. O produto brasileiro tem qualidade, o consumidor o substituiu em relação à maçã importada e também tem reconhecimento pelo consumidor externo. O nível tecnológico adotado é elevado, os programas de controle de qualidade e pesquisa têm sido capazes de fornecer respostas às necessidades do sistema produtivo e até os custos de produção são baixos quando comparados com outros países. Entretanto, o nível de lucratividade do setor diminuiu consideravelmente nos últimos anos.

Referências

- ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 691-732. 743 p.
- BLEICHER, J. A cultura da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. 743 p.
- BRUCKNER, C. H.; DAAMEN, T.A.J. Estrela: cultivar de Macieira resultante de mutação natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1988. Campinas. **Anais...** Campinas, SP, SBF. p. 523-524.
- CAMELATTO, D.; BASSOLS, M. C.; PETRI, J. L. Maçã ‘BR-1’, uma cultivar com frutos amarelos e maturação precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979. Pelotas, **Anais...** Pelotas, RS, SBF, 1979, p.875-82.
- CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no Sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, SC, 2006. p. 113-166. 743 p.
- DALL’ORTO, F. A. C.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; MARTINS, F. P.; SABINO, J. C.; CASTRO, J. L.; SANTOS, J. L.; RIGITANO, O. Maçã ‘Galícia’ (IAC 276-2). **O Agrônomo**, Campinas, v. 39, n. 2, p. 109-110, 1987.

¹ Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> (agricultura e pecuária, produção integrada).

- DENARDI, F.; CAMILO, A.P. 'EPAGRI 406 - Baronesa': nova cultivar de macieira de maturação tardia para o sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19 n. 2, p. 185-189, 1997.
- DENARDI, F.; CAMILO, A. P. 'Epagri 404-Imperatriz' - nova cultivar de macieira para dupla finalidade - produtora e polinizadora. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p. 40-43, 2000.
- DENARDI, F.; CAMILO, A. P. 'Daiane': nova cultivar de macieira para colheita em março. **Agropecuária Catarinense**, v. 11, n. 3, p. 6-11, 1998a.
- DENARDI, F.; CAMILO, A. P. 'Duquesa': nova cultivar de macieira de baixa exigência em frio hibernal e alta resistência à sarna. **Agropecuária Catarinense**, v. 11, p. 19-21, 1998b.
- DENARDI, F.; CAMILO, A. P. Epagri 408-'Condessa', nova cultivar de macieira de baixa exigência em frio hibernal. **Agropecuária Catarinense**, v. 11, n. 2, p. 12-15, 1998c.
- DENARDI, F.; HOUGH, L.F. Apple breeding in Brazil. **HortScience**, v. 22, n. 6, p. 1231-1233, 1987.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Cascata, Pelotas-RS. Lançamento de novas cultivares 1979/1980. Pelotas, 1980, 31p.
- FREY, W. **Fraiburgo, berço da maçã brasileira**. Curitiba: Lítero-técnica, 1987. 158 p.
- HAUAGGE, R.; CEREZINE, P. C.; MASCHIO, L. M. A. Resistance of apple to necrotic leaf blotch caused by *Glomerella cingulata*. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS. 24., 1994. **Abstrats...** p. 34.
- HAUAGGE, R.; TSUNETTA, M. 'IAPAR 75 – Eva', 'IAPAR 76 – Anabela' e 'IAPAR 77 – Carícia – Novas cultivares de macieira com baixa exigência em frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 3, p. 239-242, 1999.
- HAUAGGE, R.; CUMMINS, J. N. Pome fruit genetic pool for production in warm climates. In: EREZ, A. (Ed.). **Temperate fruit crops in warm climates** The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 267-303.
- KORBAN, S. S. Interspecific hybridization in *Malus*. **HotScience**, v. 21. p. 41-46, 1986.
- KORBAN, S. S.; SKIRVIN, R. M. Nomenclature of the cultivated apple. **HortScience**, v.19, p. 177-180, 1984.
- OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O. Desenvolvimento da fruticultura de clima temperado em São Paulo: contribuição do Instituto Agrônômico até seu centenário, 1887-1987. Campinas: Instituto Agrônômico, 1988, 63 p (Documentos IAC, 11).
- PETRI, J. L.; DENARDI, F.; SUZUKI, A. Epagri,405-Fuji Suprema: Nova cultivar de macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 48-50, 1997.
- PROTAS, J. F. S; SANHUEZA, R. M. V. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de maçã. Embrapa, **Série Documentos**, 33, 2a. versão, 2004.
- RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; CAMELATTO, D. Embrapa 145 cv. de macieira Rubiana. **Embrapa Clima Temperado**, v. 2, p. 267-269, 1998.
- RIGITANO, O.; OJIMA, M.; DALL'ORTO, F. A. C. **Novas cultivares de maçã para o clima paulista**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 11 p. (Boletim Técnico, 31).
- TSUNETTA, M.; HAUAGGE, R. Cultivares de copa e porta-enxertos. In: **A cultura da macieira no Paraná**. Londrina: Iapar. (Circular 50).
- WAY, R. D.; ALDWINCKLE, H. S.; REJMAN, A.; SANSAVINI, S.; SHEN, T.; WATKINS, R.; WESTWOOD, M. N.; YOSHIDA, Y. Apples (*Malus*). In: MOORE, J. N.; BALLINGTON, J. R. (Ed.). Genetic resources of temperate fruits and nut crops. **Acta Horticulture**, n. 290, p. 3-47, 1991.

Capítulo 6

Pêra

Bonifacio Hideyuki Nakasu
Wilson Barbosa
Ivan Dagoberto Faoro
Flavio Gilberto Herter
José Francisco Martins Pereira
Maria do Carmo Bassols Raseira
Juliana Degenhardt

No Brasil, a pêra (*Pyrus communis* L.) é a terceira fruta de clima temperado mais consumida e a de maior importação. Com produção própria de 18 mil toneladas e um consumo atual da ordem de 150 mil toneladas ao ano, 90 % desse total é importado, principalmente da Argentina e, em menor escala, do Chile, Estados Unidos da América e Uruguai. O mercado interno é favorável e vem apresentando notável expansão nos últimos anos, mas, ao contrário do que ocorreu com outras espécies do grupo, como a maçã e o pêssego, não se verificou com essa fruta uma correspondente resposta na produção (JUNQUEIRA; PEETZ, 2003). No Brasil, fundamentalmente, três tipos de peras são de importância comercial: a europeia *Pyrus communis* L., a oriental *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai, var. *culta*, e a híbrida entre as duas. O consumidor brasileiro é bastante diversificado e aceita a pêra europeia, a asiática e a híbrida, sem preferência por uma ou outra, tanto é que paga preços equivalentes para qualquer um dos três tipos (Tabela 1).

Todas as regiões do Brasil onde a macieira se expandiu nos últimos 25 anos têm condições de explorar a pereira aproveitando, inclusive, as mesmas infraestruturas de *packing* e armazenamento a frio (NAKASU; FAORO, 2003).

Classificação botânica

Segundo Hedrick et al. (1921), a pereira pertence à divisão Angiospermae, classe Dicotyledonae, ordem Rosales, família Rosaceae, que está dividida em quatro subfamílias: Amigdaloidae, Maloideae, Rosoideae e Spiraeoideoae. Na subfamília Maloideae, está inserido o gênero *Pyrus*, que contém cerca de 25 espécies, todas nativas da Europa e da Ásia, sendo as mais importantes: *P. communis*; *P. pyrifolia*; *P. ussuriensis* Max.; *P. bretschneideri* Rehd.; *P. betulaeifolia* Bge.; *P. calleryana* Decne.; *P. pashia* Buch.-Ham. ex. D. Don.; *P. nivalis* Jacq. e *P. clareada* Decne.

Tabela 1. Principais diferenças entre pereiras europeias e asiáticas.

Característica	Europeia	Asiática
Espécies e cultivares	<i>Pyrus communis</i> : 'Packam's Triumph' e 'Bartlett'	<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culta</i> : 'Housui' e 'Século XX'
Local de plantio mais comum	Países europeus e americanos	Países asiáticos
Início de produção	Quinto – sexto ano	Terceiro – quarto ano
Adaptação	Geralmente muito exigentes em frio (mais de 700 horas)	Média exigência em frio (300 a 900 horas < 7,2°C)
Folhas	Pequenas	Grandes
Condução da planta	Geralmente em líder central	Geralmente em latada ou vaso com três a quatro ramos principais
Compatibilidade com porta-enxerto marmeleiro	Geralmente compatível	Geralmente incompatível
Cálice	Com sépalas	Essencialmente caducos
Colheita	Frutas ainda verdes e maturação em câmara fria	Frutas maduras na planta, prontas para o consumo
Frutas	Piriformes, aromáticas; polpa macia e amanteigada	Arredondadas; pouco aroma; polpa crocante, doce, suculenta
Cor da película	verde/amarela; vermelha ou com <i>russeting</i>	Verde/amarela, bronzeada ou avermelhada
Resistência da fruta a danos na colheita e comercialização	Boa	Muito sensível
Armazenamento	Fruta climatérica	Pouco climatérica

Fonte: Adaptado de Faoro (1999).

Todas as espécies de *Pyrus* são auto-estéreis, interférteis e diplóides ($2n=2x=34$, $x=17$), existindo algumas cultivares poliplóides de *P. communis*.

Ações de pesquisa e tecnologia de produção

A pesquisa com pereiras, de forma mais sistemática, tanto em manejo de produção quanto em melhoramento genético, foi reiniciada há menos de 20

anos nos estados do Sul do Brasil, num esforço conjunto de pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri), do Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do setor privado. É necessário desenvolver cultivares com exigência em frio hibernal entre 200 horas e 600 horas (temperaturas $< 7,2^{\circ}\text{C}$) e com resistência à entomosporiose causada pelo fungo *Fabraea maculata* Atk, e sarna *Venturia pirina* Aderh. As cultivares hoje existentes apresentam problemas de adaptação ao clima, suscetibilidade a doenças, produção inconstante, abortamento de gemas florais, etc. Também estão sendo buscados porta-enxertos adaptados às condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, resistentes às doenças e pragas das raízes, a solos ácidos com alto teor de alumínio e que proporcionem eficiência produtiva às cultivares-copa.

Nas regiões de Curitiba e Caçador, a Japan International Cooperation Agency (Jica), em projeto conjunto com a Epagri e a Embrapa Clima Temperado, colaborou de forma decisiva na definição de podas de formação e de produção, principalmente para cultivares de pêra asiática. Em Vacaria, intensos estudos de poda estão em andamento melhorando a cada ano a intensidade de floração e a frutificação efetiva de cultivares européias (EMPASC, 1988; PETRI; LEITE, 2001).

No Brasil, já existem cultivares de pereira que requerem menos de 50 horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$, mas, em geral, a qualidade de suas frutas deixa a desejar. Assim, enquanto novas cultivares não forem criadas, os produtores têm optado por cultivares européias e asiáticas de alta qualidade, como Bartlett; Packham's Triumph (Fig. 1); Abate Fetel; Clapp Favorite; Rocha, Housui (Fig. 2); Kousui; Nijisseiki (Fig. 3), etc. (NAKASU; FAORO, 2003), cujo requerimento em frio varia entre 700 horas e 1,2 mil horas. Torna-se necessária a aplicação de tratamentos químicos ou físicos para melhorar o índice de brotação, florescimento e frutificação (PETRI et al., 2003).

Foto: Ivan Dagoberto Faoro

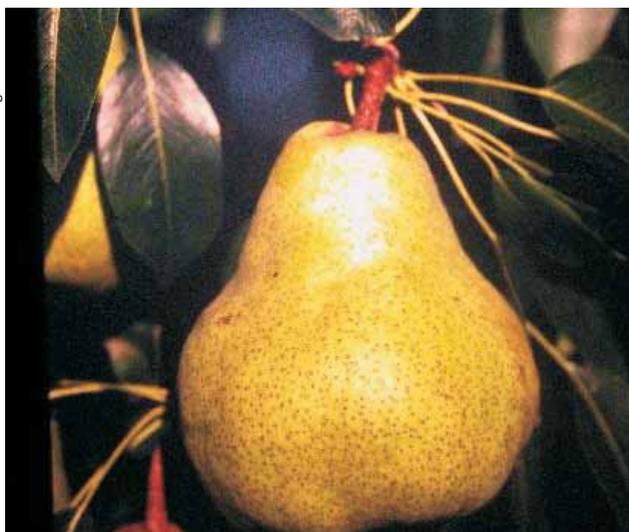


Fig. 1. Pêra 'Packham's Triumph'.

Foto: José Francisco Martins Pereira



Fig. 2. Pêra 'Housui'.

Foto: Ivan Dagoberto Faoro



Fig. 3. Pêra 'Nijisseiki'.

Abortamento de gemas florais: esse é um fenômeno que ocorre em vários locais do Brasil e de outros países. Os primórdios florais podem apresentar diferentes intensidades de lesão, caracterizada por formações necróticas e queda das gemas florais. A intensidade do abortamento varia em função dos locais e das cultivares, podendo chegar, em alguns anos, a atingir 100 % das gemas, tornando-se fator limitante à expansão da cultura. Entre as causas, ainda não bem definidas, são apontados os fatores ecofisiológicos relacionados com o clima, principalmente flutuações de temperatura no período de repouso, a falta de frio, estresse hídrico, fitossanidade, fatores nutricionais com ênfase

em carboidratos e micronutrientes, desenvolvimento floral e morfologia de gemas (HERTER et al., 2001).

Melhoramento genético: a Embrapa Clima Temperado vem testando cultivares e seleções avançadas e tem realizado algumas hibridações. Lançou a cultivar Cascatense (NAKASU; LEITE, 1992) (Fig. 4), que está se expandindo em alguns locais dos três estados do Sul.

Foto: José Francisco Martins Pereira



Fig. 4. Fruta da cultivar Cascatense Toshio.

A Estação Experimental de Caçador da Epagri e o Iapar também iniciaram programas de melhoramento genético da pereira. Mas o Instituto Agronômico (IAC), em Campinas, São Paulo, sem dúvida, é o que mais tem desenvolvido tecnologias de cultivo e cultivares por meio de introduções e hibridações desde a década de 1960. Desses cruzamentos, resultaram as primeiras cultivares lançadas: Seleta, Triunfo e Tenra. Em 1987, foram lançadas as cultivares Primorosa (IAC 9-3) e Centenária (IAC 9-47), que apresentavam perspectivas bastante promissoras (OJIMA et al., 1986; 1987).

Solo, calagem e adubação: a pereira adapta-se a diferentes tipos de solo, dependendo do porta-enxerto utilizado, preferindo solos profundos, de textura franca a franco-argilosa, boa drenagem, férteis e com bons teores de matéria orgânica.

Porta-enxerto: os mais usados nos estados do Sul do Brasil, como *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaeifolia*, são vigorosos e com bom sistema radicular.

Nos últimos anos, produtores de Vacaria estão usando marmeleiros como ‘Quince A’, ‘Portugal’, etc., que favorecem a frutificação precoce e maior densidade de plantio.

Cultivares: três tipos de pereiras são cultivadas comercialmente no Brasil – a *Pyrus communis*, conhecida como Européia ou Manteigosa, é o tipo mais cultivado no mundo; *Pyrus pyrifolia*, também conhecida como pêra Asiática, Japonesa, Oriental ou Arenosa, surgiu independentemente no Japão e na China; e a Híbrida, em geral resultante de cruzamento entre a européia e a asiática, é a mais plantada no Brasil (NAKASU; FAORO, 2003; SOUZA, 1999).

As cultivares de pereiras Europeias são mais exigentes em frio e são recomendadas para os altiplanos dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Devem ser colhidas ainda meio verdes e completar a maturação em câmaras frias.

As cultivares de pereiras Asiáticas são menos exigentes em frio hibernal e são também recomendadas para os altiplanos dos três estados sulinos e algumas regiões como as da fronteira gaúcha, região de Curitiba, etc. Devem ser colhidas maduras, exigindo cuidados especiais no manuseio.

As cultivares de pereira Híbrida são menos exigentes em relação ao frio, variando de menos de 200 horas a 400 horas, sendo cultivadas do Rio Grande do Sul até São Paulo e Minas Gerais. Em geral, são bastante rústicas, de fácil manuseio e com boa tolerância a doenças. Desenvolvem melhor sabor quando completam a maturação em câmaras frias, à semelhança das européias.

Perspectivas da cultura da pereira no Brasil

Novas cultivares mais bem adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões Sul e Sudeste do País estão em fase final de avaliação.

A Embrapa Clima Temperado está por lançar quatro ou cinco novas cultivares, uma das quais, a Seleção 6-93-1 (Fig. 5), é de planta semivigorosa, de produção precoce, produzindo já no segundo ano de plantio em local definitivo, com boa brotação, boa resistência à entomosporiose (*Entomosporium maculatum* Lev.) e à sarna (*Venturia pirina* Aderb.) e sem apresentar problema de abortamento de gemas florais. É altamente produtiva, de frutas oblongas a redondas, levemente cônicas, de tamanho médio, polpa branca, levemente esverdeada, firme, pouco doce, porém de agradável sabor. Deverá receber a denominação de ‘Pêra Light’.

Foto: Bonifácio Hideyuki Nakasu



Fig. 5. Seleção 6-93-1 em produção.

Com cultivares melhoradas e adaptadas às condições edafoclimáticas dessa região de clima temperado ameno e subtropical, aliadas às tecnologias de produção aperfeiçoadas, com certeza a cultura da pereira irá se expandir rapidamente.

Referências

- BASSO, C.; FREIRE, C. J. S.; SUZUKI, A. Solos, adubação e nutrição. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. (Ed.). **Pêra: produção**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 55-71.
- EPAGRI/JICA Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Japan International Cooperation Agency. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2001. 341 p.
- FAORO, I. D. Nashi, a pêra japonesa. In: **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: : Epagri/Jica, 2001. p.15-65.
- HEDRICK, U. P.; HOWE, G. H.; TAYLOR, O. M.; FRANCIS, E. H.; TUKEY, H. B. **The pears of New York**. Department of Agriculture, 1921. v. 2, pr. 2. 636 p. (Annual Report).
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercados interno e externo. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. **Pêra: produção**. Embrapa Clima Temperado, (Pelotas, RS). Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 10-19.
- MORETTINI, A.; BALDINI, E.; SCARAMUZZI, E.; MITTEMPERGER, I. **Monografia delle principali cultivar di pero** Firenze, 1967. 412 p.
- NAKASU, B. H.; LEITE, D. L. Pirus 9. Seleção de pereira para o sul do Brasil. HortiSul, Pelotas, v.2, n.3, p. 19-20, 1992.
- NAKASU, B. H.; FAORO, I. D. Pêra – cultivares. In: QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. **Pêra: produção**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 29-36.
- OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; MARTINS, F. P.; CASTRO, J. I.; SABINO, J. C.; RIGITANO, O. Pêras: 'Centenária' (IAC 9-47), 'Primavera' (IAC 9-3). **O Agrônomo**, v. 39, p. 115-116, 1987.

OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; RIGITANO, O. Melhoramento de frutíferas de clima temperado – novos cultivares IAC. **O Agrônomo**, v. 18, p. 226-236, 1986.

PETRI, J. L.; LEITE, G.B. Sistemas de condução. In: **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. p. 179-193.

RIBEIRO, P. A.; BRIGHENTI, E.; BERNARDI, J. **Comportamento de algumas cultivares de pereira *Pyrus communis* L. e suas características nas condições do Planalto Catarinense**. Florianópolis: Empasc, 1991, 53p (Empasc. Boletim Técnico, 56).

Literatura recomendada

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H. Melhoramento genético de fruteiras temperadas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos & melhoramento de plantas, Rondonópolis, MT. Fundação MT: 2001. p. 443-477.

Capítulo 7

Pêssego

Maria do Carmo Bassols Raseira
Wilson Barbosa
Bonifacio Hideyuki Nakasu
José Francisco Martins Pereira

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch], originário da China, era até pouco tempo encontrado somente entre os paralelos 30° e 45°, das latitudes Norte e Sul. Sendo uma frutífera típica de clima temperado, conseguiu se expandir para regiões subtropicais graças, principalmente, a vários programas de melhoramento genético desenvolvidos na Austrália, Brasil, África do Sul, sul dos Estados Unidos da América, Tailândia e Taiwan (BYRNE; BACON, 1999). Com a adoção de técnicas de superação da endodormência aliadas a cultivares adaptadas, o pessegueiro é, hoje, cultivado em áreas de climas subtropical e tropical, abaixo dos paralelos 30° N e 30° S. Em casos extremos, já é possível cultivar o pessegueiro abaixo de 20°, como em certas áreas da Austrália e da Tailândia, ou mesmo do Brasil, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Bahia.

A maior contribuição da pesquisa para o estabelecimento do pessegueiro no Brasil foi, de fato, a criação de novas cultivares com adaptação ao clima. O período de colheita, então de 15 dias, foi estendido para mais de 100 dias e 150 dias nos estados do Sul e em São Paulo, respectivamente, melhorando também a qualidade dos frutos. Pesquisas e recomendações sobre espaçamento de plantio, condução e poda da planta, raleio de frutas, irrigação, análise foliar, nutrição e zoneamento do pessegueiro em nível de cultivar contribuíram, decisivamente, para a melhoria da qualidade das frutas (RASEIRA; PEREIRA, 2003; BARBOSA et al., 2003).

Classificação botânica

O pessegueiro pertence à família Rosaceae, subfamília Prunoideae, gênero *Prunus* L. e as cultivares comercialmente plantadas pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) Batsch (HEDRICK, 1917; SCORZA; OKIE, 1991). A *P. persica* compreende três variedades botânicas: *vulgaris*, o pêssego comumente conhecido; *nucipersica*, que compreende as nectarineiras; e *platicarpa*, que apresenta os pêssegos chatos também conhecidos na China como *peentoos* ou *pentao*.

Cultivo do pessegueiro no Brasil

No Brasil, o pessegueiro foi introduzido em 1532 por Martim Afonso de Souza na Capitania de São Vicente, São Paulo, mas passou a ter importância socioeconômica a partir dos primeiros anos da década de 1940. Em 1945–1946, Orlando Rigitano, pesquisador do Instituto Agrônomo (IAC), estudou na Califórnia, Estados Unidos da América, e de lá trouxe centenas de sementes de polinização livre de 109 cultivares de pêsego e 27 de nectarina. Naquele período teve início o programa de melhoramento genético que já lançou mais de 60 cultivares adaptadas ao clima quente. Algumas seleções recém-lançadas permitem o seu cultivo em regiões com menos de 10 horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C (BARBOSA et al., 1997).

No Rio Grande do Sul, a grande expansão se deu na década de 1970 com o lançamento das primeiras cultivares pelo programa de melhoramento genético de pessegueiro da então Estação Experimental de Pelotas (EEP) e a vinda de grandes empresas processadoras de pêsegos em calda, que implantaram extensos pomares aproveitando a política de incentivos fiscais do governo federal para reflorestamento. Algumas crises econômicas, inclusive a da importação de pêsegos em conserva da Grécia, com preços abaixo do custo de produção, determinaram o fechamento de várias indústrias da região que nos áureos tempos eram mais de 50 e hoje são apenas 12. Mas a região de Pelotas ainda é responsável por mais de 80 % da produção nacional de compotas de pêsego.

Melhoramento genético do pessegueiro

O primeiro programa de melhoramento do pessegueiro foi iniciado no Estado de São Paulo, em 1947, por Orlando Rigitano, ilustre e saudoso pesquisador do IAC. Esse programa visava à criação de cultivares adaptadas às condições subtropical e tropical. Em 1953 foi iniciado outro programa, por Sérgio Sachs, na então Estação Fitotécnica de Taquari da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, alguns anos depois transferido para a EEP, atual Embrapa Clima Temperado. Como naquela época a propagação era feita por sementes, foram selecionados mais de 100 clones na zona produtora de pêsegos para a indústria (RASEIRA; NAKASU, 1998; FELICIANO, 1979). Em 1957, milhares de sementes híbridas e resultantes de polinizações livres foram introduzidas na EEP, provenientes da Flórida, Geórgia, Carolina do Norte, Califórnia e, principalmente, da Universidade de Rutgers, New Brunswick, Estados Unidos da América (FELICIANO, 1979). Atualmente, esse programa é um dos mais

completos do mundo para o desenvolvimento de pêsego tipo conserva. Possui um banco ativo de germoplasma com mais de 900 acessos em que são mantidos genótipos de baixa exigência em frio hibernal e de boa resistência à *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey, causadora da principal doença do pessegueiro, como a cultivar Bolinha (Fig. 1). A cultivar Diamante (Fig. 2), por exemplo, lançada por esse programa em 1973, para processamento, foi levada para o México em 1982 e lá se tornou a principal cultivar para a produção de pêsego para consumo in natura nos anos de 1990 (RASEIRA et al., 2003).

Com exceção de algumas poucas cultivares originárias da Universidade da Flórida e mais recentemente do México, as demais foram desenvolvidas no Brasil, principalmente pela Embrapa Clima Temperado e pelo IAC, que

Foto: Maria do Carmo Bessolis Raseira



Fig. 1. Pêssego 'Bolinha'.

Foto: Gabriel Bittencourt de Almeida



Fig. 2. Pêssego 'Diamante'.

lançaram dezenas de cultivares para consumo in natura, para processamento, e nectarinas obtidas de cruzamentos e autofecundações. Nas Tabelas 1 e 2 são listadas algumas cultivares lançadas pelos programas do IAC e da Embrapa Clima Temperado, sendo muitas delas ainda plantadas em escala comercial.

Tabela 1. Relação de cultivares de pessegueiros (P) e nectarineiras (N), criadas pelo programa de melhoramento do pessegueiro da Embrapa Clima Temperado, no período de 1966 a 2000.

Cultivar	Ano	Tipo	Horas de frio	Cor da polpa ⁽¹⁾
Ametista	1994	P	400	A
Bolinha	1986	P	400	A
BR-1	1979	P	300	B
Cerrito	1969	P	200	A-AI
Charme	2000	P	350	B
Chimarrita	2000	P	350	B
Chula	1995	P	400	B
Della Nona	1992	P	> 300	B
Diamante	1973	P	200	A
Dulce	-	N	400	B
Eldorado	1989	P	300	A
Esmeralda	1987	P	350	A
Granito	1993	P	400	A-AI
Jade	1987	P	300	A
Jubileu	1998	P	300	A
Leonense	1998	P	275	A
Linda	1989	N	400	A
Maciel	1992	P	< 300	A
Magno	1977	P	400	A
Marli	1984	P	300	B
Ônix	1985	P	300	A
Pampeano	1993	p	175	B
Pepita	2000	p	150	A
Pilcha	1985	p	400	A
Planalto	1992	p	400	B
Precocinho	1981	P	150	A
Premier	1968	P	175	B
Turmalina	1999	P	350	A

⁽¹⁾ B = polpa branca; A = polpa amarela; A-AI = amarela alaranjada.

O Instituto Agronômico do Paraná (Iapar) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri), em cooperação com a Embrapa Clima Temperado, também têm lançado algumas cultivares.

Tabela 2. Relação de cultivares de pessegueiros (P) e nectarineiras (N), criadas pelo programa de melhoramento do IAC, no período de 1962 a 2000.

Cultivar	Ano	Tipo	Horas de frio	Cor da polpa ⁽¹⁾
Aurora-2	1987	P	< 50	A
Bolão	1969	P	< 50	B
Canário	1982	P	< 50	A
Catita	1982	P	< 50	B
Centenário	1987	P	< 50	A
Doçura-3	1983	P	< 50	B
Doçura-4	1987	P	< 50	B
Dourado-2	1985	P	< 50	A
Joia-5	1987	P	< 50	B
Josefina	1986	N	< 50	B
Momo	1981	P	< 50	A
Nectar	1962	P	< 50	B
Ouromel-2	1983	P	< 50	A
Petisco	1983	P	< 50	A
Petisco-2	1983	P	< 50	A
Precoce de Itupeva	1984	N	< 50	B
Real	1965	P	< 50	A
Régis	1987	N	< 50	A
Relíquia	1964	P	< 50	B
Rosalina	1984	N	< 50	A
Sol do Vale	1982	P	< 50	B
Somel	1984	N	< 50	B
Supermel	1969	P	< 50	B
Tutu	1964	P	< 50	B
Tropical	1989	P	< 50	A
Tropical-2	2000	P	< 50	A

⁽¹⁾ B = polpa branca; A = polpa amarela.

Algumas das principais cultivares de pessegueiros lançadas no Brasil são:

Série Aurora – pêssegos bem vermelhos e de polpa firme, como: ‘IAC Aurora-1’ (Fig. 3), ‘IAC Aurora-2’, ‘IAC Aurorão’ e ‘IAC 680-177’ – plantas vigorosas, muito produtivas, de frutos grandes (entre 90 g e 130 g), película de 60 % a 90 % de vermelho-intenso sobre fundo amarelo. Polpa bem firme, amarela, aderente ao caroço, de sabor doce, com baixa acidez.

Série Ouromel – ‘IAC Ouromel-2’ a ‘IAC Ouromel-4’ – plantas vigorosas, de alta produtividade. Frutas de tamanho médio (100 g -110 g); epiderme amarela, com matiz vermelha bem atraente. Polpa amarela, sucosa; caroço solto, doce-acidulado suave; teor de açúcares ao redor de 14°Brix e acidez pH 4,3.

‘IAC Douradão’ – planta vigorosa produtora de frutos bem grandes, globoso-oblongos, atraentes, com película até 90 % vermelha estriada em fundo amarelo-claro. Polpa amarela, firme, fibrosa, média suculência, caroço solto, de sabor agradável, com 16 °Brix e pH 4,5. No mercado atinge melhores preços em confronto aos demais pêssegos da mesma época de safra (BARBOSA et al., 1999) (Fig. 4).

‘Chiripá’ (Embrapa Clima Temperado) – planta de vigor médio, suscetível à podridão parda. Fruto redondo-ovalado, médio a grande, de película creme. Polpa branca e firme, caroço solto, sabor doce, com 15 °Brix, podendo atingir índices de 20 °Brix.

‘Chimarrita’ (Embrapa Clima Temperado) – planta de vigor médio, altamente produtiva, fruta redonda, sem ponta, com peso médio de 100 g a 120 g. Polpa branca, fundente, firme, semi-aderente ao caroço, sabor doce, com sólidos solúveis entre 12 °Brix e 15 °Brix. Película creme com 40 % a 60 % de vermelho e boa aparência (Fig. 5).

‘Granada’ (Embrapa Clima Temperado) – planta de fraco vigor, frutos redondos com sutura levemente desenvolvida e peso médio de 120 g, boa firmeza, tamanho e aparência. Sabor doce-ácido, com sólidos solúveis variando de 8 °Brix a 11 °Brix. É para a industrialização, mas tem boa aceitação no mercado in natura (Fig. 6).

‘Maciel’ (Embrapa Clima Temperado) – Cultivar produtora de pêssegos para dupla finalidade, com baixa necessidade em frio, é bem adaptada a invernos amenos. As plantas são altamente produtivas podendo produzir até 50 kg/planta de frutos de excelente qualidade geral. Os frutos são de forma redondo-cônica e de tamanho grande, com peso médio próximo a 120 g. A película é amarelo-ouro com até 20 % de vermelho. A polpa é amarela, firme, não fundente e aderente ao caroço. O sabor é doce-ácido, com leve adstringência. O teor de sólidos solúveis varia, conforme as condições do ano, de 11 °Brix a 16 °Brix (Fig. 7).

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 3. Pêssego ‘IAC Aurora’.

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 4. Pêssego 'IAC Douradão'.

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Fig. 5. Pêssego 'Chimarrita'.

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Fig. 6. Pêssego 'Granada'.

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Fig. 7. Pêssego 'Maciel'.

Nectarineiras

As nectarineiras são cultivadas em menor escala que o pessegueiro, sendo 'Sunblaze', 'Sunred', 'Sungen', 'Linda', 'Mara', 'Dulce', 'Sunripe' as mais plantadas na Região Sul. No Estado de São Paulo, as nectarinas 'Sunripe', 'Rubro-sol', 'Colombina', 'Sunblaze', 'Sunraycer' (Nova Rubro-Sol); 'Sunred', 'Sunblaze' e 'Centenária' são as mais cultivadas (BARBOSA et al., 2003).

Mais recentemente, o germoplasma do programa de melhoramento da cultura na Embrapa Clima Temperado tem sido enriquecido com pólen recebido do United States Department of Agriculture (Usda), Geórgia e Califórnia; das Universidades de Arkansas, Califórnia – Davis, Texas A&M e Geórgia nos Estados Unidos da América; da China; de Taiwan; de Toronto, no Canadá; da Bolívia; do México e da Espanha.

A Embrapa Clima Temperado e o IAC estão lançando mais quatro cultivares de pessegueiros e nectarineira:

Pêssego 'Rubimel' (Embrapa Clima Temperado) – para mercado in natura, produtoras de frutos doces com baixa acidez, de polpa amarela e firme (Fig. 8).

Pêssego 'Bonão' (Embrapa Clima Temperado) – para industrialização com melhor forma, tamanho e qualidade do que as produzidas pelas cultivares atualmente plantadas de maturação na mesma época (Fig. 9).

Pêssego 'Aurorão' (IAC) – de alta produtividade de frutos com 90g–110g, de maturação precoce; polpa bem firme, amarela e de sabor bem doce (16 °Brix e pH 4,3). É considerada uma das menos exigentes em frio hibernal, necessitando de menos de 50 horas de frio.

'Nectarina Nectaurora-2' (IAC) – plantas vigorosas e muito produtivas, de frutos globosos, grandes, 120 gramas, uniformes, de polpa amarela, sucosa e de textura mediana a firme, com caroço solto e avermelhado. O sabor é muito agradável, bem doce (16,0 °Brix e pH 4,2), de maturação de meados de outubro até final de novembro e necessita de menos de 50 h de frio (Fig. 10).

Foto: Maria do Carmo Bassols Raseira



Fig. 8. Pêssego 'Rubimel'.

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 9. Pêssego 'Bonão'.

Foto: Wilson Barbosa



Fig. 10. Nectarina 'IAC Nectaurora-2'.

Perspectivas da cultura do pessegueiro no Brasil

O cultivo das recentes cultivares do IAC, de muito baixa exigência de frio, produtoras de frutas de boa qualidade, bom tamanho e firmes deverá continuar avançando para regiões cada vez mais quentes não só de São Paulo, mas desde o Rio Grande do Sul até Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo e Bahia. Paralelamente, os objetivos buscados pelos melhoristas deverão ser, também, a adaptação a clima de inverno ameno; resistência a doenças; produtividade; vigor; resistência a estresses ambientais; produção de frutas de boa forma, aparência, tamanho, firmeza da polpa e qualidade gustativa. Atualmente, e para o futuro, estar-se-á buscando, também, maior teor de caroteno, de vitamina C e de antocianinas na fruta (RASEIRA; NAKASU, 2002; BYRNE, 2005).

Quanto ao sistema de produção integrada do pêsego, deverá ser aperfeiçoado cada vez mais, contribuindo para a produção sustentável de uma fruta mais saudável tanto para a exportação quanto para o consumo interno.

Referências

- BARBOSA, W.; POMMER, C. V.; RIBEIRO, M. D.; VEIGA, R. F. A.; COSTA, A. A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.341-344, 2003.
- BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A. Comportamento do pessegueiro Douradão em Itupeva. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1261-1265, 1999.
- BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; RIGITANO, O.; MARTINS, F. P.; SANTOS, R. R.; CASTRO, J. L. **Melhoramento do pessegueiro para regiões de clima subtropical-temperado**: realizações do Instituto Agrônomo no período de 1950-1990. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997. 22 p. (Documentos IAC, 52).
- BYRNE, D. H. Trends in stone fruit cultivar development. **Hort Technology**, Alexandria, v. 15, n. 3, p. 494-500, 2005.
- BYRNE, D. H.; BACON, T. Founding clones of low chill fresh market peach germplasm. **Fruit Varieties Journal**, v. 53, p. 162-171, 1999.
- FELICIANO, A. J. Melhoramento genético do pessegueiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS: 1979. p. 1259-1274.
- HEDRICK, U. P. **The peaches of New York**. New York: Dept. of Agric.; 24° Annual Report, v. 2, Part. II, J. B. Lyon Company, Albany, 1917. 541p.
- NAKASU, B.H.; LEITE, D.L. Pirus 9. Seleção de pereira para o sul do Brasil. **HortiSul**, Pelotas, v.2, n.3, p. 19-20, 1992.
- RASEIRA, A.; PEREIRA, J. F. M. In: RASEIRA, M. C. B.; QUEZADA, A. C. (Ed.). **Pêssego – produção**. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS), Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 90-95.

RASEIRA, M. do C. B.; NAKASU, B. H. Cultivares: descrição e recomendação. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. do C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 29-99.

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.), **Melhoramento de Fruteiras de Clima Temperado**. Universidade Federal de Viçosa, 2002, p. 89-126.

SCORZA, R.; OKIE, W. R. **Peaches (Prunus)**. In: MOORE, J. N.; BALLIGTON JUNIOR, J. R. **Genetic resources of temperate fruits and nut crops** Wageningen: ISHS, 1991. p.175-232.

Capítulo 8

Quiivi

Paulo Roberto Simonetto
Lia Rosane Rodrigues

O quiivi [*Actinidia chinensis* Planch. e *A. deliciosa* (A. Chev), C. F. Lian & A. R. Ferguson] é originário das regiões montanhosas e úmidas da China. No início do século 20 foi introduzido na Nova Zelândia e submetido ao melhoramento genético com os primeiros cultivos comerciais surgindo na década de 1940. O quivizeiro pertence à família Actinidiaceae e ao gênero *Actinidia*, com diversas espécies, sendo a principal a *A. deliciosa*.

No fim da década de 1970, a espécie chegou ao Chile onde a cultura está mais desenvolvida. No Brasil, as cultivares Hayward, Bruno, Monty, Abbot e Allison foram introduzidas em 1970 pelo IAC.

Em 1980 a família Yamanishi estabeleceu as primeiras plantas de quiivi em Campo Belo do Sul, Santa Catarina, introduzindo material do Japão. Naquela mesma época, a família Sadao Suzuki, de Ivoti, Rio Grande do Sul, estabeleceu o primeiro pomar de quivizeiros no Rio Grande do Sul, com as cultivares Bruno e Monty. Em 1988, o dr. Antônio Picarelli Martins, do Instituto Agrônômico (IAC), enviou estacas das cinco principais cultivares Hayward, Bruno, Monty, Abbot e Allison para Farroupilha, Rio Grande do Sul, dando início à produção de mudas naquele município.

Em 1989 chegaram a Farroupilha as primeiras mudas da cultivar Hayward, importadas do Chile. Em 1990, a cultura do quiivi foi introduzida no programa de pesquisa na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro-Serra), Município de Veranópolis, Rio Grande do Sul. O trabalho iniciou com as cinco cultivares mais importantes na época e hoje envolve 26 cultivares. Entre 1989 e 1992, os produtores Clóvis Zanfeliz, Gervásio Silvestrin e Itacir Feltrin também colaboraram para o desenvolvimento da cultura do quiivi no Município de Farroupilha, onde a cultura está mais desenvolvida no Rio Grande do Sul e, segundo dados da Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS/Ascar), dos anos de 2003 e 2004, cerca de 120 propriedades possuíam pomares de quiivi, perfazendo uma área de 105 ha.

Estima-se que no Brasil a área de cultivo do quivizeiro esteja em 600 hectares, com produção anual próxima de 6.500 t e produtividade média de 11,82 t/ha.

Os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

As principais cultivares no Brasil são Bruno e Monty. Nos últimos anos estão sendo cultivados também quivizeiros que produzem frutos sem pêlos, como 'Golden King' e 'Yellow Queen'.

Em quase todo o mundo a cultura do quivi está alicerçada apenas na cultivar Hayward, que produz frutas de forma oval (Fig. 1), de bom tamanho e sabor, com boa capacidade de armazenamento, porém com alta exigência em frio hibernal, requerendo de 700 horas a 1.000 horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C. Mesmo com tratamentos químicos para a superação da dormência, não se adapta às condições de inverno do Sul do Brasil.

A cultivar Bruno, a mais plantada no Brasil, requer cerca de 300 horas de frio e, mesmo assim, são feitos tratamentos para a superação da dormência. Produz frutas de formato alongado a cilíndrico (Fig. 2), com peso médio entre 85 g e 90 g. As frutas dessa cultivar tiveram baixa aceitação inicial pelo consumidor por causa da oferta de frutos não padronizados e, principalmente, colhidos verdes.

A cultivar Monty, a mais plantada no Estado do Paraná, requer em torno de 500 horas de frio hibernal. As frutas são de bom sabor, peso médio entre 85 g e 90 g e formato oblongo (Fig. 3).

Cultivares de frutas sem pêlo, como Yellow Queen (Fig. 4) e Golden King, (Fig. 5) têm sido plantadas ultimamente. Essas requerem menos frio hibernal e dispensam tratamentos químicos para a superação da dormência. Suas frutas são mais doces e menos ácidas, com a polpa amarelada, porém de conservação e vida de prateleira inferiores às das cultivares tradicionais.

Foto: Paulo Roberto Simonetto



Fig. 1. Quivi 'Hayward'.

Foto: Paulo Roberto Simonetto



Fig. 2. Quivi 'Bruno'.

Foto: Paulo Roberto Simonetto



Fig. 3. Quivi 'Monty'.

Foto: Lia Rosane Rodrigues



Fig. 4. Quivi 'Yellow Queen'.

Foto: Lia Rosane Rodrigues



Fig. 5. Quivi 'Golden King'.

Recentemente, outras cultivares estão sendo difundidas, como Elmwood, que se destaca das demais pela boa produtividade e pelo peso médio de frutos, em torno de 120 g (Fig. 6).

Foto: Lia Rosane Rodrigues

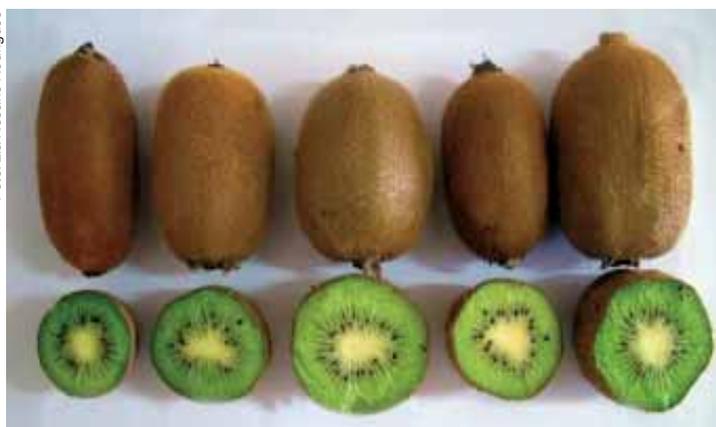


Fig. 6. Aspectos dos frutos das cinco cultivares de quivi.

Em razão da diócia do quivizeiro, 10 % a 15 % das plantas do pomar devem ser polinizadoras.

A maior parte do quivi consumido no Brasil é importada. Embora seja uma cultura recente, tem potencial técnico e econômico de expansão, podendo tornar-se boa alternativa de renda.

Referências

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário Aurélio**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1999.1.499 p.

GRELLMANN, E. O. **Cultura do quiveiro**: manual do treinando. Porto Alegre: Senar-RS, 2004.

SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E. O. **Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da serra do nordeste do Rio Grande do Sul** Porto Alegre: Fepagro, RS, 1998. 19 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Emater-RS/Ascar. **Programa Estadual de Fruticultura – Profruta/RS** Relatório de atividades desenvolvidas, 2006. Porto Alegre, 2006. 28 p.

Capítulo 9

Uva

Patrícia Silva Ritschel
Umberto A. Camargo
Loiva M. R. de Mello
Patrícia Coelho de Souza Leão
José Monteiro Soares

A uva pertence à família Vitaceae e está amplamente distribuída em todo o mundo (REICH; PRATT, 1996). O gênero *Vitis* é o mais importante, pois inclui espécies que são consumidas como fruta fresca ou seca (passas) e também na forma de vinhos e sucos. Distribui-se por três centros de origem: o centro euroasiático, onde se originaram as uvas finas ou européias, pertencentes à espécie *Vitis vinifera* L.; o centro americano, onde se originaram espécies bastante diversas, como as uvas comuns ou americanas, que pertencem às espécies *Vitis labrusca* L. e *Vitis bourquina*; e o centro asiático, cuja variabilidade genética ainda é pouco estudada e utilizada (REICH; PRATT, 1996). O cultivo das uvas finas (*V. vinifera*) é prática milenar que se originou na região compreendida entre o Mar Cáspio e o Mar Negro, no Oriente Próximo.

As primeiras cultivares de uvas trazidas para o Brasil pelos portugueses eram de uvas finas. Fatores biológicos como a falta de rusticidade, característica da espécie *V. vinifera*, aliada às condições desfavoráveis de temperatura e umidade, e também à limitação das práticas agrícolas disponíveis na época, foram responsáveis pela estagnação da viticultura brasileira até meados do século 19. A introdução da cultivar da uva americana Isabel (*V. labrusca*), que ocorreu no século 19 e sua disseminação, realizada pelos imigrantes italianos, culminou na rápida substituição dos vinhedos de uvas européias. A vitivinicultura de clima temperado praticada por paulistas e gaúchos, e também em outras regiões brasileiras, consolidou-se, portanto, com base nas uvas americanas, mais rústicas e mais adaptáveis às condições edafoclimáticas locais.

Até meados do século 20, a viticultura nacional ficou restrita ao cultivo das uvas americanas no clima temperado e subtropical das regiões Sul e Sudeste. Com a evolução dos fungicidas sintéticos, as uvas finas voltaram a ganhar expressão tanto para produção de vinhos quanto para o consumo in natura (PROTAS et al., 2006). Por volta de 1960, várias iniciativas de produção em escala comercial de uvas finas de mesa, principalmente a cultivar Itália, na região do Vale do Rio São Francisco, no Semi-Árido nordestino, marcam o

início efetivo do desenvolvimento da viticultura tropical no Brasil. Em seguida, surgem novos pólos de produção de uvas finas de mesa em condições tropicais nas regiões do norte do Paraná, noroeste de São Paulo e norte de Minas Gerais (LEÃO; POSSÍDIO, 2000; PROTAS et al., 2006).

A viticultura tropical pode ser definida como aquela praticada em regiões onde não ocorrem temperaturas suficientemente baixas para interromper o crescimento da videira (CAMARGO, 2003). Essa atividade é de clima temperado e as condições climáticas tradicionais para o desenvolvimento da planta caracterizam-se pela ocorrência de verões secos e quentes e invernos chuvosos e frios. Em regiões de clima temperado e subtropical, o repouso hibernar necessário para o início de novo ciclo vegetativo é desencadeado pelo frio (SENTELHAS, 1998). Em regiões de clima tropical, a manipulação da irrigação, associada a práticas de manejo da copa, permite simular as condições necessárias para iniciar esse processo, possibilitando a sucessão de ciclos vegetativos e a programação da data de colheita ao longo do ano (CAMARGO, 2005a). Uma das ferramentas usadas para a quebra de dormência e para o desenvolvimento mais padronizado das gemas florais é o uso de reguladores de crescimento visando à melhoria da produtividade e da qualidade da viticultura tropical (ALBUQUERQUE; VIEIRA, 1987).

Em climas quentes, o comportamento dos patógenos causadores de algumas doenças tradicionais da videira, como míldio (*Plasmopara viticola* Berk. & Curtis ex. de Bary) Berl. & de Toni), antracnose (*Elsinoe ampelina* Shear) e oídio [*Uncinula necator* (Schweinf.) Burrill] torna-se extremamente agressivo. Além dessas, outras doenças fúngicas inexistentes ou pouco comuns nas regiões temperadas são problemas de relativa importância em condições tropicais: *Pseudocercospora vitis* (Lev.) Speg., *Glomerella cingulata* (Stonemam) Spauld & Schrenk, *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc., *Phakopsora euvitis* Ono e *Botryodiplodia theobromae* Pat. Entre as doenças bacterianas, destaca-se o cancro-bacteriano [*Xanthomonas campestris* pv. *viticola* (Nayudu) Dye], que ganhou importância na viticultura do Nordeste nos últimos anos (LEÃO, 2000; LIMA; MOREIRA, 2002).

Até meados de 1990, praticamente a única alternativa para o cultivo no Semi-Árido nordestino era a videira 'Itália' (PROTAS et al., 2006). Atualmente, estão disponíveis outras cultivares de uva de mesa, inclusive apirênicas, para plantio no Vale do São Francisco (LEÃO; SILVA, 2003).

O cultivo da videira 'Niágara Rosada' (*V. labrusca*) em regiões tropicais é recente, restringindo-se a regiões com inverno seco e chuvas no verão, e uso de reguladores de crescimento para a quebra de dormência (KUHN et al., 2003).

A produção de uvas finas para a elaboração de vinhos em condições tropicais já é realidade. Observações sobre o comportamento de variedades de uvas finas na região permitem estabelecer o perfil de materiais que apresentam potencial agrônomo nas condições no Vale do Rio São Francisco, a melhor época e o ponto de maturação para a colheita, e o ajuste de técnicas enológicas para elaboração de vinhos de qualidade (GUERRA et al., 2006).

Melhoramento genético da videira

Os primeiros registros de melhoramento genético de uva no Brasil são iniciativas privadas ocorridas no fim do século 19 (PAZ, 1898; SOUSA, 1959). Somente em 1940 é que o melhoramento genético da videira começa a ser desenvolvido em instituições públicas. Primeiro em São Paulo e depois no Rio Grande do Sul (SOUSA, 1996; POMMER, 1993; SANTOS NETO, 1971; CAMARGO, 2000).

O Instituto Agrônomo (IAC) marcou o início do melhoramento da videira para regiões tropicais no Brasil. Desse programa resultaram diversas cultivares de uvas de mesa como Piratininga e Patrícia, usadas no Vale do São Francisco (LEÃO, 2000). Entretanto, o principal resultado do melhoramento genético do IAC foi o desenvolvimento de porta-enxertos, especialmente para as condições de clima tropical (SANTOS NETO, 1971). O porta-enxerto 'IAC 313' ou 'Tropical' é a base da viticultura do Vale do São Francisco, além dos porta-enxertos 'Jales' e 'Campinas'.

No Rio Grande do Sul, após a iniciativa realizada na Estação Experimental de Caxias do Sul, a Embrapa Uva e Vinho vem conduzindo um programa de hibridações visando ao desenvolvimento de novas cultivares de uvas de mesa e à elaboração de sucos e vinhos. O germoplasma básico usado neste trabalho inclui *V. vinifera* e *V. labrusca*, *V. caribaea* de Cand., *V. gigas* J. H. Fennel, *V. smalliana* L. H. Bailey e *V. schuttleworthii* House. Híbridos interespecíficos complexos criados na Europa após a disseminação de filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) como, por exemplo, 'Seibel' e 'Seyve Villard', também são fontes de resistência às principais pragas e doenças (CAMARGO, 1998).

Nos últimos anos, cultivares de uvas de mesa apirênicas (sem sementes) e de uvas para a elaboração de vinhos e sucos foram desenvolvidas e lançadas. Essas cultivares caracterizam-se por apresentar adaptação às condições tropicais, que se refletem em elevada produtividade e alta resistência às doenças, como o míldio e o oídio.

‘Moscato Embrapa’ – Lançada em 1997 para a produção de vinho branco aromático de mesa. Apresenta bom potencial glucométrico, atingindo 19 °Brix. Adapta-se bem tanto às zonas mais frias como às regiões tropicais.

‘BRS Lorena’ – Lançada em 2001, apresenta alta produtividade, com teor de açúcar superior a 20 °Brix. É bastante resistente às doenças fúngicas, porém é sensível à *Filoxera galicola* (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch). Origina vinho de mesa moscatel característico e vinho moscatel espumante com intensa espuma e persistente perlage. Adapta-se bem em regiões temperadas e tropicais (CAMARGO; GUERRA, 2001).

‘BRS Rúbea’ – Foi lançada em 1999, é uma uva tinta para compor com ‘Isabel’ e ‘Concord’ na elaboração de suco de uva e vinho de mesa. É vigorosa e resistente às doenças e bem adaptada às condições do Sul do Brasil.

‘Concord Clone 30’ – Foi identificada em 1989 pelo programa de seleção clonal genética e sanitária da ‘Concord’, com maturação cerca de quinze dias antecipada. É recomendada para as regiões de clima temperado.

‘Isabel Precoce’ – Mutaçao somática espontânea da cultivar ‘Isabel’, com maturação antecipada em cerca de 35 dias. Adapta-se também nas regiões tropicais.

‘BRS Cora’ – Cultivar de alta produtividade, elevado potencial glucométrico, 18 °Brix a 20 °Brix e mosto intensamente colorido. É alternativa para a produção de suco e de vinho de mesa em regiões tropicais e temperadas. Cultivar protegida (CAMARGO; MAIA, 2004).

‘BRS Clara’ – Uva branca sem sementes, lançada em 2003 para cultivo nas regiões tropicais. Apresenta alta produtividade e elevado potencial glucométrico, chegando a 20 °Brix. Cachos grandes, 400 g a 500 g, naturalmente soltos. A uva apresenta textura trincante, suave sabor moscatel e a baga atinge 17 mm com o uso de AG3. Tem ótima aceitação no mercado. Cultivar protegida (CAMARGO et al., 2003a) (Fig. 1).

‘BRS Linda’ – Cultivar de uva sem sementes, lançada em 2003 para regiões tropicais. É altamente produtiva, de cacho grande, 700 g a 800 g, naturalmente solto. A baga é grande, chegando a 22 mm com AG3, textura trincante, sabor neutro e coloração esverdeada. De sabor agradável, 14 °Brix a 15 °Brix, baixa acidez, considerada como uva light. Tem alta resistência à degrana (*berry drop*) e ótima conservação pós-colheita. Cultivar protegida (CAMARGO et al., 2003b) (Fig. 2).

‘BRS Morena’ – Cultivar de uva preta, sem sementes, lançada em 2003 para as condições tropicais. Tem alta fertilidade, com produtividade de 20 t/ha a 25 t/ha. Os cachos têm 400 g a 500 g, bastante soltos, precisando manejo adequado para boa fecundação. A baga chega a 20 mm de diâmetro com o uso de AG3, textura trincante e sabor agradável, com 18 °Brix a 19 °Brix. Necessita embalagem adequada porque é sensível à degrana. Ótima aceitação no mercado brasileiro. Cultivar protegida (CAMARGO et al., 2003c) (Fig. 3).

‘BRS Violeta’ – Para a elaboração de sucos e vinhos de mesa, apresenta boa produtividade e ampla adaptação, podendo ser cultivada na Região Sul e em regiões de clima tropical. O destaque é sua qualidade, pelo teor de açúcares (19 °Brix) e pela coloração do suco, de tonalidade violácea intensa, muito apreciada (CAMARGO et al., 2005) (Fig. 4).

Os impactos econômicos de algumas tecnologias de cultivo da videira para regiões tropicais, desenvolvidas pela Embrapa, foram estimados segundo metodologia de Ávila et al. (2006) e somaram, no ano de 2006, R\$ 56,80¹. A videira ‘Niágara’ produzida em regiões tropicais, que abastece o mercado na época de menor oferta gerou em 2006, impactos na ordem de R\$ 20,39 milhões (US\$ 11,55 milhões,

¹ US\$ 32,16; valor do dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

Foto: Jair Nachtigal



Fig. 1. Uva 'Clara'.

Foto: Jair Nachtigal

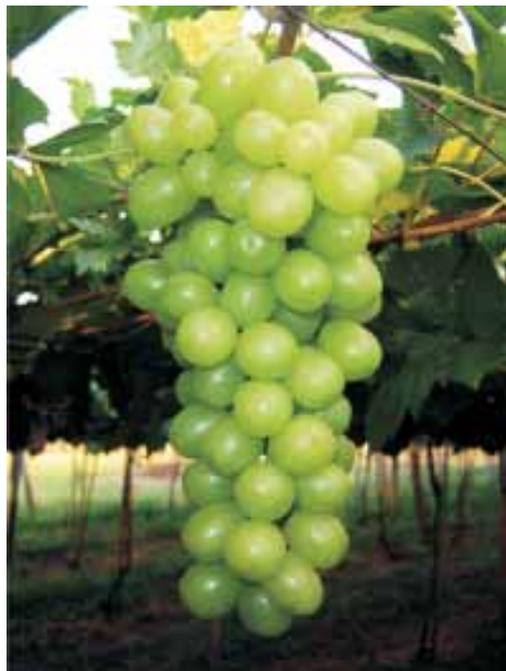


Fig. 2. Uva 'Linda'.

Foto: Jair Nachtigal



Fig. 3. Uva 'Morena'.

Foto: Jair Nachtigal



Fig. 4. Uva 'Violeta'.

conforme valor da moeda em outubro de 2007) numa área de 500 hectares. As cultivares de uvas sem sementes BRS Clara, BRS Linda e BRS Morena, por sua vez, impactaram, em 2 anos de avaliação, R\$ 3,92 milhões (US\$ 2,22 milhões de dólares, em valores de outubro de 2007). Esses valores representam 70 % do valor total dos impactos.

A pesquisa brasileira pode continuar contribuindo para a sustentabilidade da viticultura tropical por meio da intensificação dos estudos em áreas estratégicas, como fisiologia vegetal e melhoramento de plantas.

Referências

- ALBUQUERQUE, J. A. S.; VIEIRA, S. M. do N. S. Efeito da cianamida na brotação de videira cultivar Itália na Região Semi-Árida do Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: SBF, 1987. p. 739-44.
- ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: Metodologia de referência.** Brasília, 2006. 126 p. Disponível em: <<http://www2.sede.embrapa.br>>. Acesso em: jun. 2006.
- CAMARGO, U. A. A produção vitícola nas regiões tropicais do Brasil: colheita de uva todo o ano. In: JORNADAS DEL GESCO, 13., 2003, Montevideo. **Libro de actas:** Gesco 2003, Uruguay. Montevideo, 2003. p. 142-143.
- CAMARGO, U. A. Grape breeding for the subtropical and tropical regions of Brazil. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA GENETIQUE ET L'AMELIORATION DE LA VIGNE, 7., 1998, Montpellier. **Resumenes** (communications orales). Montpellier: INRA: Agro-Montpellier: ENTAV, 1998. Resumo... C4.19.
- CAMARGO, U. A. Grape management techniques in tropical climates. In: INTERNATIONAL GESCO VITICULTURE CONGRESS, 14., 2005, Geisenheim, Germany. **Proceedings...** Geisenheim: Gesco, 2005a. v. 2. p. 251-256.
- CAMARGO, U. A. Melhoramento genético da videira. In: SOUZA LEÃO, P. C. de; SOARES, J. M. (Ed.). **A vitivinicultura no Semi-Árido brasileiro** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 65-91.
- CAMARGO, U. A. Suco de uva: matéria-prima para produtos de qualidade e competitividade. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2005b. p. 195-199.
- CAMARGO, U. A.; GUERRA, C. C. **BRS Lorena:** cultivar para elaboração de vinhos aromáticos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 39).
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. **'BRS Cora':** nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 53).
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta:** nova cultivar de uva para suco e vinho de mesa. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 63).
- CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; OLIVEIRA, P. R. D. de; PROTAS, J. F. da S. **'BRS Clara':** nova cultivar de uva de mesa branca sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2003a. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 46).

- CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; OLIVEIRA, P. R. D. de; PROTAS, J. F. da S. **'BRS Linda'**: nova cultivar de uva de mesa branca sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2003b. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 48).
- CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; OLIVEIRA, P. R. D. de; PROTAS, J. F. da S. **'BRS Morena'**: nova cultivar de uva de mesa preta sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2003c. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 47).
- GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E.; LIMA, M. V.; LIRA, M. M. P. Vinhos tropicais: novo paradigma enológico e mercadológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 100-104, 2006.
- KUHN, G. B.; MELO, G. W.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; PROTAS, J. F. da S.; MELLO, L. M. R. de; GARRIDO, I. da R.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; BOTTON, M.; SÔNEGO, O. R.; NAVES, R. de L.; SORIA, S. de J.; CAMARGO, U. A. **Cultivo da videira Niágara rosada em regiões tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de Produção, 5).
- LEÃO, P. C. de S. Comportamento de cultivares de uva sem sementes no Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 734-737, 2002.
- LEÃO, P. C. de S.; POSSÍDIO, E. L. de. Histórico da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no semi-árido brasileiro** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 13-17.
- LEÃO, P. C. de S.; POSSÍDIO, E. L. de. Manejo e tratos culturais. In: LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **Uva de mesa: produção: aspectos técnicos** Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2001. p. 70-81.
- LEÃO, P. C. de S.; SILVA, E. E. G. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 375-378, 2003.
- LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no semi-árido brasileiro** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. 366 p.
- LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. (Ed.) **Uva de mesa: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 75 p.
- PAZ, C. da. **Manual prático do viticultor brasileiro** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1898. 151 p.
- POMMER, C. V. Uva. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G. P. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v.1, p. 489-524.
- PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e pólos emergentes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 7-15, 2006.
- REISCH, B. J.; PRATT, C. Grapes. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. **Fruit breeding: vine and small fruits**. 2nd ed. New York: John Wiley, 1996. v. 2, p. 297-369.
- SANTOS NETO, J. R. A. O melhoramento da videira no Instituto Agrônomo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 700-710, 1971.
- SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.
- SOUSA, J. S. I. de. **Origens do vinhedo paulista** São Paulo: Obelisco, 1959. 319 p.
- SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. rev. aum. Piracicaba: Fealq, 1996. 791 p.

Parte 6

Olerícolas, raízes e tubérculos

Foto: Carlos Estevão Leite Cardoso



Capítulo 1

Tomate para processamento industrial

Paulo César Tavares de Melo
Leonardo Silva Boiteux
Nirlene Junqueira Vilela
Edinardo Ferraz

Cadeia agroindustrial do tomate

A cadeia agroindustrial brasileira do tomate para processamento industrial (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.) é, atualmente, eficiente e competitiva (MELO; VILELA, 2005). A incorporação vigorosa de avanços tecnológicos tem mantido a produtividade média próxima a 80 t/ha. Em 2005, a produção brasileira do tomate para processamento alcançou 1,24 milhão de toneladas, em área de 16 mil hectares (produtividade de 77,5 t/ha). Em 2006, a produção foi de 1,16 milhão de toneladas, em área de 14,9 mil hectares (produtividade de 77,8 t/ha). Comparando as safras contratadas de 2006 e de 2005, verificou-se redução de área (6,9 %) que refletiu na produção total (decréscimo de 6,8 %).

Uma ameaça permanente à cadeia agroindustrial do tomate tem sido a sucessiva valorização da moeda brasileira. Esse fator estimula as importações de pasta e de outros produtos derivados do tomate. No Brasil Central a época de plantio ocorre a partir de 15 de fevereiro até o final de maio e o período de colheita termina em outubro e novembro. As importações de pasta são realizadas, em grande parte, depois de ter sido processada a colheita da safra doméstica. A partir de 1999, as importações de derivados de tomate, sobretudo a pasta (28 °Brix - 32 °Brix), caíram consideravelmente. Verificou-se, nesse período, incremento na produção doméstica e nas exportações, que foram favorecidas pela conjuntura econômica. Entretanto, a partir de 2004 observou-se reversão dessa tendência na pauta de comércio internacional do Brasil.

Dessa forma, as importações em alta e as exportações em baixa configuram situação de retenção interna de estoque com conseqüente retração da produção nacional, que tende a se intensificar caso persista a sobrevalorização da moeda

nacional em relação ao dólar americano. Em 2006, as importações brasileiras de tomate alcançaram o volume de 6.200 t, no valor de US\$ 4,2 milhões. No total, o maior fornecedor foi a Itália (86 %), seguida pelos Estados Unidos da América (5,2 %). Os principais tipos importados foram tomates inteiros ou em pedaços (51 %) e tomates conservados exclusivamente em vinagre (27,8 %).

Do lado das exportações, o Brasil comercializou 9.078 t no mercado internacional em 2006, no valor de US\$ 8,75 milhões, sendo os países do Mercosul o principal mercado (Paraguai 52 % e Argentina 21 % do total). Os principais tipos exportados foram os tomates conservados exclusivamente em vinagre e os itens do tipo ketchup.

Na safra de 2005, os produtores receberam o preço médio de R\$ 140,00 (US\$ 62,20) por tonelada de matéria-prima e o preço máximo contratado foi de R\$ 160,00 (US\$ 71,10) por tonelada. Os custos operacionais de produção por hectare aplicados em São Paulo atingiram, em média, R\$ 7.821,00 (US\$ 3.476,00), gerando margens de lucro de 42,5 % para os produtores. Comparando os indicadores da safra de 2005 com aqueles gerados na safra anterior, verificou-se que os custos totais de produção caíram (17,6 %), elevando a margem de lucro dos produtores em cerca de 10 %.

Deslocamento geográfico da produção e o seu impacto na produtividade

Desde o início da década de 1990, a distribuição geográfica das áreas de cultivo do tomateiro para processamento industrial tem passado por profundas modificações. Em 1990, o pólo de produção, englobando os estados de Pernambuco, Bahia e Paraíba, ocupava cerca de 12,5 mil hectares, enquanto São Paulo ocupava 8,3 mil hectares e a região do Cerrado (Goiás e Minas Gerais), 6,4 mil hectares. Atualmente, a produção do tomateiro para processamento concentra-se nos estados de Goiás (60,9 %), São Paulo (20,6 %) e Minas Gerais (18,5 %).

A participação do Nordeste no segmento do tomate para processamento reduziu drasticamente após sucessivos problemas gerenciais combinados com desastres bióticos verificados a partir do final da década de 1980. Problemas causados inicialmente pela traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick), seguido de epidemias de *Tospovirus* e, mais recentemente, pela infestação de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius biótipo B) e a contaminação por

geminiviroses levaram o setor ao colapso nas empresas processadoras, que fecharam suas fábricas e abandonaram a região. A partir do ano 2000 as áreas de cultivo no Nordeste não conseguiram ultrapassar a marca dos 2 mil hectares. Atualmente, a área plantada com tomate industrial no Nordeste gira em torno de 400 ha para atender, basicamente, às empresas Palmeiron S.A. Indústrias Alimentícias e Tambaú Indústria Alimentícia Ltda., no Agreste, e a Frutos do Vale S.A. no Submédio São Francisco. Boa parte da produção para processamento industrial migrou para a produção de mesa, rasteiro, que ocupa hoje cerca de 2 mil hectares.

A partir de 1997, o Cerrado brasileiro consolida sua liderança em termos de área plantada e produtividade. Durante o período de 1990 a 1996 foram plantados, nessa região, cerca de 5.800 ha/ano. A safra de 1997 foi quase o dobro da verificada no ano anterior (9.300 ha) e permaneceu no patamar superior aos 10 mil hectares após 1999.

O incremento de áreas de cultivo na região Central do Brasil também modificou o perfil dos produtores. As lavouras do Cerrado são, em sua quase totalidade, de grande porte, administradas por produtores com estrutura empresarial, com forte adoção de tecnologia e providos de assistência técnica fornecida pelas agroindústrias. O resultado é o aumento do número de lavouras atingindo níveis de produtividade acima de 120 t/ha de tomate na região.

Melhoramento genético do tomate para processamento industrial

O programa pioneiro de pesquisa e melhoramento genético do tomateiro para processamento foi iniciado em 1971 pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) que, indubitavelmente, contribuiu para o desenvolvimento do parque agroindustrial de tomate instalado no Nordeste. Esse pólo de produção tinha localização no eixo Petrolina, em Pernambuco, Juazeiro, na Bahia, e nos perímetros irrigados nas regiões de Ibimirim, Serra Talhada, Custódia e Salgueiro, no Agreste de Pernambuco, e em São Gonçalo e Sumé na Paraíba. O cultivo de tomate industrial de “sequeiro” era conduzido na região de Pesqueira, em Pernambuco. Nesse município, foi instalada, em 1898, a Indústria Carlos de Brito & Cia., conhecida como Fábrica Peixe. Em 1910, a empresa recebeu, na Bélgica, o Grande Prêmio da Exposição Internacional de Bruxelas, consagrando-se como uma das maiores indústrias do Brasil. Na época, produzia-se doces e creme de tomate, sendo o empreendimento pioneiro de processamento de tomate em toda a América Latina.

Na década de 1920, o IPA realizou vários ensaios, principalmente no Campo Experimental de Belém do São Francisco, com assessoramento técnico da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP). Os nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.) foram identificados como os principais fatores limitantes do cultivo na região. A cultivar francesa Rossol foi identificada como resistente e foi cultivada comercialmente na região. ‘Rossol’ também foi envolvida em cruzamentos com ‘La Bonita’ (resultando no desenvolvimento de ‘IPA-1’), ‘Nova’ (resultando na cultivar IPA-2) e ‘M-128’ (resultando nas cultivares IPA-3 e IPA-4). As cultivares de maior impacto comercial foram IPA-5 (Cal J x IPA-3) e Caline IPA-6 (Rio Grande x IPA-3).

No segmento do tomate para processamento, ‘IPA-5’ (resistente a *Verticillium dahliae* Kleb raça 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Icopersici* (Sacc.) Synd. Et Hans. raça1, *Stemphylium solani* Weber e nematóides) foi líder de mercado durante toda a década de 1980 até meados da década de 1990. Em 1987, a equipe de melhoramento do IPA lançou uma versão melhorada de ‘IPA-3’, a ‘Caline IPA-6’ (FERRAZ et al., 1987), cultivar de dupla finalidade (mesa e indústria), com frutos firmes, graúdos, de paredes grossas, colorido vermelho-intenso, com resistência a nematóides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) e às murchas de *F. oxysporum* f. sp. *Icopersici* (raças 1 e 2) e de *V. dahliae* (raça 1). ‘Caline IPA-6’ teve, de imediato, grande aceitação comercial sendo, até a presente data, uma das cultivares mais utilizadas em cultura rasteira ou semi-estaqueada no Nordeste.

Após o enorme sucesso inicial, o agronegócio do tomate para processamento industrial no Nordeste foi, durante o final da década de 1980 e início dos anos de 1990, severamente afetado por uma seqüência de crises que acabou por desestruturar, de maneira contundente, todo o setor produtivo. A primeira grande crise foi causada por epidemias da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick), que causou severas perdas nas safras de 1988/1989/1990. O problema da traça foi parcialmente contornado com a adoção de técnicas de manejo integrado. No entanto, em seguida, adveio nova crise causada por epidemias de *Tospovirus*. Em resposta a esse problema, a Embrapa Hortaliças, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o IPA estabeleceram um programa de melhoramento conjunto que resultou na liberação de Viradoro, cultivar com resistência a *Tospovirus* (gene *Sw-5*), nematóides (gene *Mi*), murcha de *V. dahliae* (gene *Ve*), murcha de *F. oxysporum* f. sp. *Icopersici* raça 1 (gene *I-1*) e mancha de *S. solani* (gene *Sm*) (GIORDANO et al., 2000). Essa cultivar chegou a ocupar quase 700 ha no Vale do Rio São Francisco. No entanto, já no ano seguinte ao lançamento da ‘Viradoro’, severas epidemias de geminiviroses (transmitidas por mosca-branca) causaram novo impacto negativo na tomaticultura da região. O programa de melhoramento do IPA, liderado nesse período por Edinardo Ferraz, iniciou a incorporação da resistência a geminivírus em germoplasma derivado da ‘Viradoro’ visando piramidar fatores de resistência às duas

viroses. O resultado desse programa foi a liberação da cultivar Redenção, com tolerância a geminivírus e resistência a *Tospovirus* (FERRAZ et al., 2003).

O programa de melhoramento genético da Embrapa estruturou-se a partir do início da década de 1980, sendo liderado por Wilson R. Maluf, João E. Cabral de Miranda e Homero B. S. V. Pessoa. Esse programa concentrou, inicialmente, esforços no desenvolvimento de materiais adaptados para as regiões Centro-Oeste e Sudeste, especialmente os do tipo Rio Grande. Esse grupo varietal apresentava frutos de excelente aspecto podendo ser utilizados também para consumo in natura. Desse programa foi liberada, no final da década de 1980, a cultivar Nemadoro, do tipo Rio Grande e com resistência a nematóides-das-galhas (PESSOA et al., 1988). Em 1991, o programa da Embrapa passou para a responsabilidade de Leonardo de Britto Giordano. A ênfase dessa fase do programa foi gerar linhagens endogâmicas com resistências múltiplas a doenças (GIORDANO et al., 1997; GIORDANO et al., 2000), visando à liberação tanto de cultivares de polinização aberta como de híbridos (ARAGÃO et al., 2004). Acordos de parcerias foram firmados com o IPA e com algumas empresas processadoras. Diversas combinações híbridas obtidas foram avaliadas em condições de campo e as mais promissoras estão em fase final de avaliação pelas agroindústrias, incluindo híbridos que combinam resistência a *Tospovirus* e *Begomovirus*.

Em São Paulo e Minas Gerais (região de Patos de Minas), o programa de melhoramento privado foi conduzido pela Companhia Industrial de Conservas Alimentícias (Cica) (hoje transformada em marca de derivados de tomate da Indústria Gessy Lever Ltda., rebatizada de Unilever Brasil em 2001), instalada no Município de Presidente Prudente, no Estado de São Paulo, que avaliava novas introduções (cultivares) para desempenho agrônomo nas condições brasileiras. Desse período, destacam-se as cultivares do chamado grupo Agrofica S. A., com especial destaque para ‘Agrofica 45’ (‘Ohio 8245’). Uma parceria da Cica com a Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” (Unesp), Campus de Botucatu, resultou na liberação de uma série de três cultivares de tomate contendo o gene de resistência *Pto*. A cultivar de maior destaque foi Agrofica Botu 13 (KUROSAWA et al., 1990), que chegou a ocupar, na década de 1990, fração considerável do tomate plantado no Brasil Central e em São Paulo. Essa cultivar foi utilizada, juntamente com a ‘Agrofica 45’, especialmente nos cultivos de início de estação devido à alta tolerância de campo à mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.).

Trabalho semelhante de introdução e avaliação de cultivares e híbridos foi conduzido pela empresa Arisco Produtos Alimentícios S. A. no Brasil Central durante o final da década de 1980 até meados da década de 1990. Após esse período, a Van den Bergh Foods Company (atualmente uma unidade da

Unilever N.V.) adquiriu as marcas Arisco e Cica e passou a ser a empresa hegemônica no mercado de tomate para processamento industrial. A Unilever instituiu uma coordenação de operações agrícolas que incluía atividades de pesquisa e desenvolvimento e que permanece em plena atividade.

Novas tecnologias de produção de tomate para processamento

As principais doenças que atacam o tomateiro nas condições brasileiras são causadas por vírus – tospovirose e begomovirose; por bactérias – mancha-bacteriana [*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, *Xanthomonas* spp.], pinta-bacteriana [*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye & Wilkie], cancro-bacteriano [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al., *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* (Smith) Dye & Kemp] e murcha-bacteriana [*Ralstonia solanacearum* (Smith) Smith]; por fungos – oídio (*Oidium lycopersici* Cooke & Mass.), requeima (*Phytophthora infestans* (Mont) De Bary), mancha-foliar-de-estenfilio (*S. solani*), septoriose [*Septoria lycopersici* Speg, *Glomerella cingulata* (Stonemam) Spauld & Schrenk] e pinta-preta [*Alternaria solani* (Ell & Martin) Jones & Grout, *Macrosporium solani* Ellis & G. Martin]; e por nematóides de diversos gêneros, como *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

O controle via cultivares resistentes vem sendo amplamente utilizado para algumas dessas enfermidades. Um grande número de fatores de resistência genética presente em acessos de tomateiro é do tipo monogênica e dominante. Esse fato favorece à rápida piramidização de genes de resistência em cultivares híbridas. Com efeito, a partir da década de 1990, as cultivares de polinização aberta foram sendo gradativamente substituídas por híbridos importados, cujo custo é de, aproximadamente, US\$ 3,50 por mil sementes. Esse movimento em direção ao emprego de híbridos coincidiu e foi acentuado após a predominância do Cerrado como região produtora de matéria-prima de tomate para processamento. Atualmente, quase 100 % das cultivares plantadas são híbridas. Nessa fase, diferentes híbridos das empresas H. J. Heinz Company e Seminis Vegetable Seeds Inc., hoje subsidiária da empresa Monsanto S.A., tornaram-se líderes de mercado com destaque para ‘H-9992’ (Heinz); ‘AP 533’ (Seminis); ‘H-9665’ (Heinz); ‘AP 529’ (Seminis) e ‘H-9553’ (Heinz).

Ao contrário do cenário observado no tomate para consumo in natura, a adoção de novos híbridos no segmento do tomate para processamento industrial tem

sido feito de maneira criteriosa, com testes extensos antes da recomendação para plantio em escala. Os testes de triagem de cultivares têm sido conduzidos sob a supervisão das equipes técnicas ou de pesquisa das agroindústrias, com eventual apoio da Embrapa e de outras instituições públicas. Dessa forma, a substancial alteração do panorama varietal não refletiu prejuízos econômicos para o agronegócio do tomate, evitando a adoção de híbridos importados sem boa adaptação às condições brasileiras. A maciça adoção de híbridos importados tem revelado a ainda frágil participação de pesquisa brasileira nesse segmento.

Encontra-se em franca expansão o emprego de tecnologias de manejo racional de irrigação, via gotejamento, que já ocupa cerca de 20 % da área cultivada na Região Centro-Oeste. Tal sistema pode proporcionar aumento de produtividade da ordem de 25 %, com conseqüente diluição de custos. Essa técnica de irrigação possibilita economia de energia da ordem de 20 % e, além disso, a irrigação por gotejamento molha a base da planta sem molhar as folhas, permitindo, assim, o controle da umidade excessiva, o que impede o desenvolvimento de doenças foliares, reduzindo o número de aplicação de fungicidas e, conseqüentemente, o custo de produção. O retorno financeiro do investimento em gotejamento é da ordem de 25 % a 30 % quando comparado com o sistema de irrigação via pivô central. A produtividade obtida com o sistema de irrigação por gotejamento tem alcançado a média de 110 t/ha, 25 % superior ao total da produtividade máxima obtida com irrigação via pivô central.

Em Goiás, os produtores de tomate para processamento vêm recebendo apoio técnico das empresas processadoras por meio de um programa agrícola sustentável, com vistas a estimular o aumento da produtividade e a qualidade da safra, incluindo a preservação dos recursos naturais, principalmente da água. Com esse objetivo, foi instalado em Goiânia, Estado de Goiás, um núcleo de pesquisa da Unilever Brasil para conduzir ensaios com novas cultivares de tomate e novos sistemas de irrigação e monitoramento de doenças e pragas. Adicionalmente, algumas processadoras pagam aos produtores um prêmio como agregação de valor pela elevada qualidade da matéria-prima produzida com boas práticas agrícolas.

Desenvolvimento tecnológico do tomate para processamento

Atualmente, o controle genético efetivo da mancha-bacteriana (causada por um complexo de espécies de *Xanthomonas*) e da murcha-bacteriana

(*R. solanacearum*) é um dos maiores desafios para o melhoramento genético. Esta última doença pode vir a ser mais problemática em sistemas de irrigação por gotejo. A ausência de boas fontes de resistência qualitativa para essas doenças tem dificultado o desenvolvimento de novas cultivares. No Brasil, a grande utilização de sementes importadas representa ameaça de introdução de patógenos ou variantes de patógenos em áreas previamente isentas. Entre os patógenos, merecem especial destaque as espécies de *Xanthomonas* (mancha-bacteriana) e a raça 3 de *F. oxysporum* f. sp. *Iycopersici*.

Outro problema da cultura do tomate para processamento é o teor de sólidos solúveis (°Brix). Essa característica é de importância fundamental podendo viabilizar ou não a produção brasileira em um mercado inteiramente globalizado. Os híbridos líderes de mercado apresentam excelente potencial produtivo, mas os valores de °Brix são, normalmente, um pouco acima de 4,0. Esforços no melhoramento genético e no manejo da cultura estão sendo implementados visando aumentar o teor de sólidos solúveis.

Mais recentemente, após a introdução de um novo biótipo de mosca-branca, ocorreu um súbito aumento da incidência de espécies *Begomovirus* em tomateiro, ocasionando severos prejuízos para os produtores (RIBEIRO et al., 2003). Perdas de produção de até 60 % podem ocorrer em cultivares suscetíveis (GIORDANO et al., 2005a). A Embrapa Hortalças e a Unilever Brasil estabeleceram um projeto de pesquisa visando monitorar a variabilidade genética de espécies de *Begomovirus* infectando tomate para processamento no Brasil Central e para identificar e desenvolver materiais genéticos com bons níveis de resistência, assim como com as qualidades requeridas para os diferentes produtos derivados de tomate. Nesse programa, têm sido utilizadas fontes de resistência portadoras do gene *Ty-1* e também novas fontes de resistência, caracterizadas no Brasil, que vêm se mostrando bastante efetivas contra diferentes isolados de *Begomovirus* (FERRAZ et al., 2003; GIORDANO et al., 2005b).

Os processos de seleção de plantas resistentes e diagnose de geminivirose são todos feitos utilizando estratégias moleculares. Esse exemplo serve, também, para ilustrar a necessidade de se utilizar novas ferramentas biotecnológicas para aumentar a eficiência dos processos de seleção, o que exige, por sua vez, maiores investimentos no setor. Sem tais investimentos, o segmento permanecerá na dependência de sementes importadas em escala cada vez maior. Assim, ainda existe grande necessidade de investimentos na área de melhoramento genético de cultivares de tomate para processamento industrial, mediante o fortalecimento dos programas públicos e privados.

Considerações finais

A tomaticultura brasileira para processamento industrial está exposta a riscos isolados ou correlacionados a problemas: a) econômicos – principalmente quebra de safras causadas por problemas físicos ou agronômicos, pela flutuação do câmbio e oscilações de oferta e demanda no mercado doméstico e internacional; b) físicos – excesso ou falta de água, geadas, granizos, calor excessivo; e c) agronômicos – tratos culturais inadequados, incluindo, principalmente, o manejo da irrigação; ocorrências de pragas (sobretudo a mosca-branca) e doenças (principalmente viroses, fungos e bacterioses); e depreciação da qualidade de polpa causada pela infecção por fungos, que é favorecida pela irrigação inadequada da cultura.

É importante ressaltar que, em âmbito mundial, os principais países produtores vêm investindo na conquista de maior fatia do mercado internacional por meio de ganhos de competitividade, buscando, assim, maior valorização do produto mediante a agregação de valor pela incorporação de maior conteúdo de licopeno (substância nutracêutica do tomate, essencial para a preservação da saúde humana) e desenvolvimento de novos itens ou categoria de produtos. Esforços no sentido de viabilizar o melhoramento genético para maior conteúdo de nutracêuticos já estão em andamento no Brasil (CARVALHO et al., 2005).

Um aspecto positivo, digno de nota, são os acordos de parceria que as empresas processadoras vêm firmando com as instituições de pesquisa pública para melhorar o nível tecnológico da cultura.

Já nas relações de produção, as empresas processadoras vêm adotando um processo seletivo de fornecedores, estabelecendo critérios baseados nos níveis de produtividade, na qualidade do produto e no manejo adequado dos recursos naturais. Dessa forma, tem sido possível, a partir de um número menor de produtores, fornecer a mesma quantidade de matéria-prima para processamento, com melhor qualidade, em ambiente de boas práticas agrícolas.

Referências

- ARAGÃO, F. A. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S. Desempenho de híbridos experimentais de tomateiro para processamento industrial nas condições edafoclimáticas do Cerrado brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 529-533, 2004.
- CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, H. R.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 819-825, 2005.
- COSTA, C. P.; FERRAZ, E.; WANDERLEY, L. J. G.; MELO, P. C. T.; SOUTO, J. P. M.; LIMA, D. T.; QUEIROZ, M. A.; CANDEIA, J. A.; SILVA, H. M. Tomates para indústria IPA-1 e IPA-2. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 2, p. 88-93, 1978.

- FERRAZ, E.; MELO, P. C. T. ; MENEZES, D.; MENEZES, J. T. Cultivar de tomate Caline IPA-6. **Horticultura Brasileira**, v. 5, p. 55, 1987.
- FERRAZ, E.; RESENDE, L. V.; LIMA, G. S. A.; SILVA, M. C. L.; FRANÇA, J. G. E.; SILVA, D. J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 578-580, 2003.
- GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; SANTOS, J. R. M.; CHARCHAR, J. M.; LOPES, C. A. Tx 401-08: linhagem de tomate para processamento industrial, com resistência múltipla a doenças. **Horticultura Brasileira**, v.15, p. 123-126, 1997.
- GIORDANO, L. B.; ÁVILA, A. C.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; FERRAZ, E. Viradoro: A *Tospovirus*-resistant processing tomato cultivar adapted to tropical environments. **Hortscience**, v. 35, p. 1368-1370, 2000.
- GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. Efeito da infecção precoce de Begomovírus com genoma bipartido em características de fruto de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 815-818, 2005a.
- GIORDANO, L. B.; SILVA LOBO, V. L.; SANTANA F. M.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S. Inheritance of resistance to the bipartite Tomato chlorotic mottle begomovirus derived from *Lycopersicon esculentum* cv. 'Tyking'. **Euphytica**, v. 143, p. 27-33, 2005b.
- KUROZAWA, C.; BARBOSA, V.; KIMOTO, T.; REGO, G. F. O. Agrocica Botu 7, 9 e 13: novas cultivares de tomate para indústria. **Horticultura Brasileira**, v. 8, p. 34-46, 1990.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 153-156, 2005.
- PESSOA, H. B. S. V.; MIRANDA, J. E. C.; MALUF, W. R.; HUANG, S. P. Nemadoro: cultivar de tomate para indústria, resistente ao nematóide das galhas. **Horticultura Brasileira**, v. 6, p. 73, 1988.
- RIBEIRO, S. G.; AMBROZEVIĆIUS, L. P.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C.; CALEGARIO, R. F.; FERNANDES, J. J.; LIMA, M. F.; MELLO, R. N.; ROCHA H.; ZERBINI, F. M. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v. 148, p. 281-295, 2003.

Literatura recomendada

- MELO, P. C. T.; FERRAZ, E.; MENEZES, J. T.; CANDEIA, J. A. Cultivar de tomate IPA-5. **Horticultura Brasileira**, v. 4, p. 52, 1986.
- MELO, P. C. T.; FERRAZ, E.; WANDERLEY, L. J. G. IPA-4: uma nova cultivar de tomate industrial com resistência a *Stemphylium solani*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23., **Anais...** 1983 p. 159. v. 1.
- WANDERLEY, L. J. G.; FERRAZ, E.; MELO, P. C. T. IPA-3: Nova cultivar de tomate de porte determinado para consumo ao natural. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 4, p. 107-112, 1980.

Capítulo 2

Tomate para consumo in natura

Leonardo Silva Boiteux
Paulo César Tavares de Melo
Nirlene Junqueira Vilela

Importância do tomateiro para consumo in natura no Brasil

No Brasil, a cultura do tomateiro para mesa ou para consumo in natura (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.) tem sido importante fonte de emprego e renda ao longo de toda a cadeia produtiva. A cultura gera por hectare/ano entre cinco e seis empregos diretos e o mesmo número de empregos indiretos. O cultivo dessa hortaliça é, normalmente, conduzido em sistema estaqueado ou tutorado, gerando intensa demanda por mão-de-obra, que se inicia na fase de pré-plantio, passando pelos diversos tratamentos culturais, colheita e acondicionamento de frutos em caixas, carregamento, transporte e abastecimento de armazéns de classificação e embalagem. No âmbito da cadeia produtiva, a cultura movimentava diversos setores, incluindo empresas produtoras de insumos, empresas de máquinas, veículos e equipamentos agrícolas, centrais de abastecimento, atacadistas, feiras livres, redes de supermercados e varejões de hortifrutas, até atingir os consumidores finais. O mercado interno de tomate de mesa permanece em expansão. Comparando o movimento comercial na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), em 2006 (cerca de 275,3 mil toneladas), com o volume registrado em 2000, verificou-se um aumento de 21,4 %.

O tomate também apresenta enorme impacto alimentar sendo uma das mais importantes fontes de vitamina C, pró-vitamina A (betacaroteno) e antioxidantes (licopeno e outros carotenóides), compondo a dieta de diferentes classes sociais em todas as regiões do Brasil. O mercado de sementes de tomate para mesa é estimado em US\$ 12 milhões, representando cerca de 27 % do total das sementes de hortaliças comercializadas no Brasil.

Estratificação regional, impacto na produção e adoção de novas tecnologias

Na safra 2006, foram colhidas cerca de 2,2 milhões de toneladas de tomate de mesa em área aproximada de 41,7 mil hectares, com rendimento de 50,7 t/ha. O tomate de mesa representa 66,5 % da produção e ocupa 73,7 % da área total. O restante da produção e da área cultivada corresponde ao tomate utilizado como matéria-prima para processamento industrial. A produção de tomate para mesa distribui-se entre as regiões Sudeste (59,3 %), Centro-Oeste (7,1 %), Sul (18,2 %), Nordeste (15,1 %) e Norte (0,3 %). Minas Gerais (20 %), São Paulo (19,1 %), Rio de Janeiro (9,7 %), Bahia (9 %), Paraná (8,5 %) e Goiás (6,3 %) são os principais estados produtores.

O rendimento da cultura do tomateiro de mesa apresentou significativo incremento desde o final da década de 1980 (1,5 milhão de toneladas e produtividade de 35 t/ha). Em comparação com a safra de 2006, houve incremento de 35 % no rendimento, atribuído, em boa parte, à introdução de híbridos e à adoção de novas tecnologias de produção. O aumento das áreas de cultivo, com lavouras de médio a grande porte, administradas por produtores com estrutura empresarial e com forte adoção de tecnologia também resultou em impacto positivo na produtividade da cultura.

Avanços no melhoramento genético e mudanças no panorama varietal

O tomate de mesa começou a ser cultivado em escala comercial no Brasil a partir da década de 1930, predominantemente, por imigrantes japoneses e europeus. Os catálogos de empresas de sementes daquela época ofertavam sementes das seguintes cultivares européias e americanas: Grande Vermelho Lobado, Grande Vermelho Liso, Maravilha dos Mercados, Perfeição, Rei Humberto, Amarelo Grosso e Pêra Legítimo. No início da década de 1940, além dessas cultivares, eram importadas dos Estados Unidos da América, as cultivares Trophy, Panamericano, Micado, Luculus, Sunrise (Aurora), Gigante

Ficarezzi, Bonny Best e Stone. Por volta de 1942 surgiu, no Estado do Rio de Janeiro, um tipo de tomate de mesa que provocaria uma mudança radical no panorama varietal da tomaticultura brasileira. Com efeito, em poucos anos esse tomate ganhou aceitação por parte dos produtores e transformou-se em um novo grupo varietal denominado ‘Santa Cruz’. Em 1945, esse tomate foi introduzido nas áreas de cultivo do Estado de São Paulo tornando-se, em curto espaço de tempo, o tipo de maior aceitação comercial, desbancando ‘Rei Humberto’ e ‘Redondo Japonês’, os mais cultivados naquela época. Os produtores paulistas, especialmente os de origem nipônica, praticaram intensa seleção massal na população ‘Santa Cruz’ original visando ampliar a sua capacidade de adaptação (maior tolerância ao frio) e melhorar a qualidade do fruto, com ênfase no aumento de tamanho. Como resultado, diversas dessas seleções foram lançadas no mercado, com destaque para as cultivares Santa Cruz Yokota, Samano, Kazue, Ozawa e Kada. A partir de então, as seleções em ‘Santa Cruz’ assumiram a liderança do segmento de tomate para mesa em todo o país, permanecendo nessa posição por mais de 50 anos (PINTO; CASALI, 1980; NAGAI, 1993).

O melhoramento genético do tomateiro de mesa no Brasil foi consolidado na década de 1960 com os projetos liderados por Hiroshi Nagai e Álvaro Santos Costa no Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo (NAGAI, 1993). Outros programas de melhoramento com foco no tomate de mesa foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, e em empresas de sementes de hortaliças que começaram a se estabelecer no final da década de 1960. Na década de 1970, foram estabelecidos outros programas de melhoramento na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro). O programa de melhoramento de tomate da Embrapa Hortaliças, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), iniciou sua estruturação a partir do início da década de 1980.

O objetivo inicial dos trabalhos do IAC foi o melhoramento das cultivares do tipo Santa Cruz visando, inicialmente, a piramidizar fatores de resistência às murchas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Synd. Et Hans. e *Verticillium dahliae* Kleb, mancha-foliar de *Stemphylium solani* Weber e às viroses mosaico-do-tomateiro (“*Tomato mosaic virus*”, ToMV) e risca-do-tomateiro (mosaico Y), causadas por isolados de “*Potato virus Y*” (NAGAI, 1993). A primeira cultivar de importância liberada pelo IAC (em 1969) foi Ângela (resultante do cruzamento interespecífico entre ‘Santa Cruz’ x *S. pimpinellifolium* ‘PI 126410’), que combinava resistência à risca-do-tomateiro, à murcha de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 (gene *I-1*) e à mancha de *S. solani* (gene *Sm*), assim como tolerância à podridão apical dos frutos (deficiência de cálcio) (NAGAI, 1993). No entanto, a cultivar de maior impacto liberada pelo IAC foi Santa Clara, em 1984. Santa Clara é uma cultivar trilobular, obtida do cruzamento entre ‘Ângela’ x ‘Duke F₁’ (NAGAI, 1993).

O sucesso comercial dessa cultivar deveu-se à combinação de frutos de excelente aceitação no mercado (tamanho grande e com ótima coloração interna e externa) e resistência às murchas de *Fusarium* e *Verticillium*.

A liderança de mercado das cultivares do tipo Santa Clara se estendeu até meados da década de 1990, quando os híbridos de tomate do segmento longa vida começaram a ser introduzidos no País. Durante as décadas de predomínio das cultivares do grupo Santa Cruz, a principal limitação da cultura era a virose vira-cabeça ("*Tomato spotted wilt virus*", TSWV) (NAGAI, 1993). Durante esse período, o IAC (em parceria com a Asgrow do Brasil) e a Embrapa Hortaliças conduziram projetos de pesquisa independentes visando identificar fontes de resistência a esse patógeno. O primeiro grande avanço científico-tecnológico foi a descoberta de que o TSWV não era um único vírus, mas um complexo de espécies virais com distintas características de patogenicidade (ÁVILA et al., 1993; NAGATA et al., 1993). Dessa forma, foi possível confirmar que algumas fontes contendo o gene *Sw-5* (introgredido da espécie selvagem *L. peruvianum* (L.) Mill. var. *peruvianum*) apresentavam amplo espectro de resistência a isolados brasileiros de *Tospovirus* (MELO, 1991; NAGAI et al., 1991; BOITEUX; GIORDANO, 1992; 1993; NAGAI, 1993).

A primeira linhagem de tomate in natura com resistência a três espécies de *Tospovirus* foi inicialmente liberada pela Embrapa Hortaliças (BOITEUX et al., 1993). Em meados da década de 1990, a Asgrow do Brasil (atual Seminis) lançou o híbrido Colosso ('XPH 8022'), de dupla finalidade (mesa e indústria), que apresentava características de porte determinado e resistência a espécies de *Tospovirus* (MELO; CARNEIRO, 1996). Posteriormente, foi desenvolvido o 'Duradoro', que representou o primeiro híbrido nacional do tipo Longa-vida com resistência a *Tospovirus* (GIORDANO et al., 2001).

Introdução e utilização de híbridos Longa-vida

Uma das grandes transformações tecnológicas ocorridas no cultivo do tomateiro no Brasil foi a utilização de sementes híbridas de cultivares do tipo Longa-vida. A expressão tomates Longa-vida tem sido utilizada no Brasil para descrever mutantes naturais de tomateiro (especialmente o gene *rin*), que conferem aos frutos conservação pós-colheita mais prolongada (DELLA VECCHIA; KOCH, 2000). As cultivares com o gene *rin* foram introduzidas comercialmente no Brasil pela Agroflora S.A. (atual Sakata Seed Sudamerica Ltda.) em 1992. Os principais híbridos introduzidos no período inicial de cultivo foram Carmen e Graziela. O híbrido Carmen, por ter sido o pioneiro e pelo sucesso comercial alcançado, contribuiu para a "comoditização" do segmento Longa-vida.

Hoje, todos os tomates desse padrão são comercializados no País como do tipo Carmen.

Atualmente, estima-se que 85 % do mercado de tomate de mesa seja dominado por híbridos Longa-vida, sendo líderes de mercado as cultivares Alambra, Carmen, Giovana e Paron. O sucesso dos híbridos Longa-vida abriu caminho para a utilização de híbridos em virtualmente todos os outros segmentos varietais. No segmento Santa Clara, o primeiro grande sucesso comercial foi o híbrido Débora, também liberado pela Agroflora S.A.

Introdução de novo biótipo de mosca-branca e epidemias de geminivírus

No início da década de 1990, a introdução da mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. biótipo B) na região de Campinas, São Paulo, resultou em mudanças bruscas no sistema de produção e no panorama varietal do tomateiro (MELO, 1992; LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). O hábito alimentar polífago de *B. tabaci* biótipo B favoreceu a sua rápida disseminação em todas as áreas produtoras de tomate. O biótipo B é um eficiente vetor de geminiviroses ou begomoviroses (vírus do gênero *Begomovirus*) e as primeiras epidemias foram verificadas já a partir de 1993 (RIBEIRO et al., 1994). O controle químico do vetor não se mostrou eficiente para controlar as viroses. Atualmente, severas epidemias de geminivírus têm sido registradas em todas as regiões produtoras.

Um dos focos iniciais de pesquisa foi caracterizar a diversidade de espécies de geminivírus do tomateiro no Brasil objetivando encontrar, posteriormente, fontes de resistência estáveis, duráveis e de amplo espectro. Esse trabalho pioneiro foi desenvolvido em parceria entre a Embrapa e a UFV. Todas as espécies brasileiras possuem genoma bipartido (dois componentes de DNA), diferentes das espécies predominantes no continente europeu. Esses levantamentos indicaram a presença de cerca de dez espécies de *Begomovirus* e dezenas de recombinantes distribuídos nas diferentes regiões produtoras de tomate (RIBEIRO et al., 2003; INOUE-NAGATA et al., 2006). Nesse cenário, a utilização de cultivares com resistência de amplo espectro representava uma maneira simples e eficaz de controle. No Brasil esses trabalhos de busca de fontes de resistência tiveram início a partir de 1993/1994.

Tecnologias de detecção de geminivírus em plantas infectadas e nas moscas foram desenvolvidas utilizando as técnicas de reação em cadeia da polimerase (PCR) e hibridização. O uso dessas metodologias nos programas de

melhoramento permitiu a identificação de diversas fontes de resistência e tolerância. A Embrapa Hortaliças passou a prestar serviços de diagnose e a realizar trabalhos de avaliação da resistência a geminivírus em novos materiais genéticos para as empresas produtoras de sementes (BOITEUX et al., 2007b). Gradativamente, híbridos resistentes a geminivírus (principalmente híbridos contendo o gene *Ty-1*) foram substituindo os híbridos suscetíveis. No entanto, muitos desses híbridos não apresentaram performances satisfatórias contra isolados brasileiros sob alta pressão de inóculo, ou não combinavam resistência com boa performance e características agronômicas (BOITEUX et al., 2007a, b).

Novas fontes de resistência a geminivírus foram caracterizadas em espécies selvagens e em materiais comerciais, algumas apresentando reações do tipo imunidade (SANTANA et al., 2001). Um trabalho cooperativo entre o Brasil e a Espanha identificou que a linhagem TX-468RG é também resistente a isolados de geminivírus europeus (GARCÍA-CANO et al., 2008), sendo essa resistência controlada pelo gene recessivo *tcm-1* (GIORDANO et al., 2005). Linhagens com resistência controlada pelo gene *Ty-2* (derivado de *Solanum habrochaites* S. Knapp & D. M. Spooner f. *glabratum*, sin. *Lycopersicon hirsutum* forma *glabratum* C. H. Müll.) também demonstraram extrema resistência a isolados brasileiros (BOITEUX et al., 2007c). A existência de variabilidade alélica ou gênica abre a possibilidade de piramidização desses genes na mesma cultivar, resultando em maior estabilidade e durabilidade da resistência. Marcadores moleculares ligados a esses diferentes alelos/genes foram identificados e poderão facilitar os processos de seleção e piramidização (PEREIRA-CARVALHO et al., 2006).

O custo das sementes dos híbridos “Longa-vida resistentes a geminivírus” variaram de R\$ 250,00 a R\$ 400,00¹ por mil sementes. O componente custo da semente, que variava em torno de 2 % do total no período de cultivares do tipo Ângela e Santa Clara, saltou para cerca de 20 % com a utilização de híbridos Longa-vida. Alguns híbridos de destaque dentro do segmento “Longa-vida com tolerância a geminivírus” foram Densus, Tyfanny, Infinity, Tyler, Styllus, Ellen e Dominador.

Segmentação do mercado do tomate para consumo in natura no Brasil

A partir de meados da década de 1990, as cultivares do tipo Santa Clara foram gradualmente substituídas por híbridos Longa-vida importados. Embora

¹ US\$ 141,56 a US\$ 226,50; valor dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.

propiciem reais vantagens para a maioria dos componentes da cadeia produtiva, a qualidade gustativa dos híbridos Longa-vida tem sido alvo de crítica freqüente por parte dos consumidores. Ocorre que os mesmos genes que conferem a característica desejável de boa conservação pós-colheita também causam efeitos deletérios no sabor, aroma e no teor de licopeno, o pigmento carotenóide que dá a típica cor vermelha do fruto de tomate.

A qualidade gustativa deficiente dos híbridos Longa-vida tem estimulado uma segmentação varietal mais ampla com o tipo Italiano, de frutos alongados, aumentando a sua participação no mercado a cada ano. Os híbridos do tipo Débora/Santa Clara vêm mantendo sua participação no mercado pois, assim como os do tipo Italiano, são versáteis em termos de uso culinário, prestando-se não apenas para o consumo em salada, mas também para fazer molhos caseiros, além de ser matéria-prima de excelente qualidade para a fabricação de tomate seco.

Outros segmentos menos expressivos em termos de participação no mercado são os tomates comercializados em cachos e os do tipo Cereja (MELO, 2003). Uma novidade lançada no mercado foi o tomate ornamental comercializado em vasos. O híbrido Finestra, liberado pela Embrapa Hortaliças (GIORDANO et al., 2001) é o primeiro representante nacional nesse novo segmento.

Desenvolvimento de cultivares enriquecidas com nutrientes e nutracêuticos

O desenvolvimento em larga escala de cultivares com teores mais elevados de fatores nutricionais e nutracêuticos, incluindo o licopeno (pigmento envolvido na prevenção de alguns tipos de câncer e de doenças cardiovasculares), transformou-se em nova demanda do mercado consumidor. San Vito (GIORDANO et al., 2003) foi o primeiro híbrido de tomate tipo Italiano desenvolvido com essa ênfase no Brasil. ‘San Vito’ apresenta em torno de 60 μg , enquanto a maioria dos tomates do tipo Longa-vida apresenta cerca de 30 μg de licopeno (GIORDANO et al., 2006). O híbrido San Vito também apresenta piramidização de vários genes de resistência, arquitetura de planta menos enfolhada, dificultando o desenvolvimento de doenças foliares; e frutos com elevada conservação pós-colheita, sem a presença do gene *rin*. Esses híbridos (denominados “Longa-vida estruturais”) apresentam conservação pós-colheita condicionada pela combinação de diversos fatores, incluindo firmeza de frutos, reduzida área de inserção do pedúnculo e retenção da película.

Outros avanços tecnológicos da cultura do tomateiro in natura

Os sistemas de produção de tomate de mesa, em maior parte, são conduzidos em campo aberto. Entretanto, a produção em sistemas de cultivo protegido em casa de vegetação, cultivos sobre *mulching* e lavouras irrigadas e adubadas, via sistemas de fertirrigação, ganharam importância em todas as regiões. O estabelecimento de uma rede de viveiristas especializados em produzir e comercializar mudas também foi intensificado, especialmente após as epidemias de geminivírus. O segmento chamado “tomate de mesa rasteiro”, conduzido em sistemas baratos de tutoramento (fitilhos), ou mesmo sem tutoramento, de maneira similar ao tomate para processamento industrial, tem permitido reduzir custos de produção em cultivos de sequeiro. Nesse segmento, deve ser mencionado o trabalho pioneiro do IPA que, no início da década de 1980, liberou a cultivar de porte determinado IPA-3 para cultivo rasteiro e destinada ao consumo ao natural (WANDERLEY et al., 1980). Em 1987, a equipe de melhoramento do IPA lançou uma versão melhorada de ‘IPA-3’, a ‘Caline IPA-6’ (FERRAZ et al., 1987), de dupla finalidade (mesa e indústria), com frutos firmes, graúdos, de paredes grossas, cor vermelho-intenso, com resistência aos nematóides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) e às murchas de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (raças 1 e 2) e de *V. dahliae* (raça 1). ‘IPA-6’ teve, de imediato, grande aceitação comercial sendo, ainda hoje, uma das cultivares mais utilizadas em cultura rasteira ou semi-estaqueada no Nordeste.

Considerações finais

O tomate de mesa é uma cultura exigente em insumos (fertilizantes e defensivos) e, em média, o custo de produção total nos sistemas conduzidos com alto nível tecnológico alcança R\$ 26 mil² por hectare. Entretanto, esse custo pode ser compensado pelos níveis de produtividade mais elevados, que podem atingir médias de 80 t/ha em campo aberto, proporcionando razoável retorno econômico. Em geral, para cada R\$ 1,00 aplicado, os produtores recebem, em média, R\$ 3,25 (dados da região de Goianápolis, Estado de Goiás). Baixo nível tecnológico ainda é observado nas regiões de produção de tomate de mesa do Norte e em algumas partes do Nordeste, por causa da crônica falta de assistência técnica ao produtor rural. Dessa forma, a maior parte dos produtores opera com altos custos de produção e baixa rentabilidade.

² US\$ 14.722,54; valor dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.

A entrada do biótipo B da mosca-branca e as epidemias de geminivírus no País mostraram a importância da permanente capacitação de recursos humanos em ciência, tecnologia e inovação em cultura de peso social e econômico, como apresenta o tomate in natura. Nos períodos de maior severidade da epidemia de geminivírus houve desabastecimento de tomate, com o produto atingindo valores similares a cortes nobres de carne.

O recente cenário mercadológico sinaliza para uma irreversível demanda por alimentos seguros, sem resíduos, e produzidos em sistemas de gestão que considere aspectos socioambientais. Questões como produção orgânica, rastreabilidade e sustentabilidade de cultivo já são os atuais desafios tecnológicos do tomateiro no Brasil. Outras ações de pesquisa envolvem o desenvolvimento de linhagens com resistência a patógenos e pragas que ainda não estão disponíveis em grande parte dos materiais comerciais, tais como: espécies de *Xanthomonas*, *Ralstonia solanacearum* (Smith) Smith, novas raças de *Fusarium* e *Verticillium* e os insetos *Tuta absoluta* Meyrick e *B. tabaci*.

Por parte do público consumidor, intensifica-se a demanda por tomates mais saborosos. De fato, toda a cadeia aguarda que ocorra maior consumo per capita de tomate, que permanece virtualmente estagnado no Brasil. Para tal, é necessário que o tomate apresente melhores atributos sensoriais, nutricionais e nutracêuticos que motivem e intensifiquem o consumo. Nesse sentido, o grande desafio tecnológico a ser alcançado é o desenvolvimento de cultivares com características que afetem positivamente os principais atributos sensoriais envolvidos na degustação, incluindo sensações tácteis (firmeza e textura), gustativas (teores balanceados de ácidos e açúcares), visuais (cor, formato e brilho atrativos) e aromáticas (compostos voláteis).

Referências

ÁVILA, A. C.; DE HAAN, P.; KORMELINK, R.; RESENDE, R. O.; GOLBACH, R. W.; PETERS, D. Classification of tospovirus based on phylogeny of nucleoprotein gene sequences. **Journal of General Virology**, v. 74, p. 153-159, 1993.

BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Screening *Lycopersicon* germplasm for resistance to Brazilian isolates of tomato spotted wilt virus. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, v. 42, p. 13-14, 1992.

BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Genetic basis of resistance against two *Tospovirus* species in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Euphytica**, v. 71, p. 151-154, 1993.

BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; ÁVILA, A. C.; SANTOS, J. R. M. TSW-10: Linhagem de tomate com resistência a três espécies de *Tospovirus*. **Horticultura Brasileira**, v. 11, p. 163-164, 1993.

BOITEUX, L. S.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, C. H.; MAKISHIMA, N.; INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B. Reaction of tomato hybrids carrying the *Ty-1* locus to Brazilian bipartite *Begomovirus* species. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 20-23, 2007a.

- BOITEUX, L. S.; CARVALHO, R. C. P.; FONSECA, M. E. N.; OLIVEIRA, V. R.; GIORDANO, L. B.; INOUE-NAGATA, A. K.; RESENDE, R. O. Genetic and phenotypic attributes of tomato hybrids carrying the *Ty-1* locus and their reaction to distinct bipartite *Begomovirus* species. In: INTERNATIONAL GEMINIVIRUS SYMPOSIUM, 5; and INTERNATIONAL ssDNA COMPARATIVE VIROLOGY WORKSHOP, 3., Universidade Federal de Viçosa-MG, 2007b. p. 53.
- BOITEUX L. S.; PEREIRA-CARVALHO, R. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. Reação de acessos de tomateiro portando o gene *Ty-2* (introgredido de *Solanum habrochaites* f. *glabratum*) a um isolado de begomovírus de genoma bipartido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. S97, 2007c.
- DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 3-4, 2000.
- FERRAZ, E.; MELO, P. C. T.; MENEZES, D.; MENEZES, J. T. Cultivar de tomate Caline IPA-6. **Horticultura Brasileira**, v. 5, p. 55, 1987.
- GARCÍA-CANO, E.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; FERNÁNDEZ-MUNOZ, R.; MORIONES, E. Phenotypic expression, stability and inheritance of a recessive resistance to monopartite begomoviruses associated with tomato yellow leaf curl disease in tomato. **Phytopathology**, v. 98, (prelo), 2008.
- GIORDANO, L. B.; TORRES, A. C.; BOITEUX, L. S. **Tomate ‘Finestra’**: Híbrido F₁ Ornamental. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 4 p. Folder de liberação de nova cultivar.
- GIORDANO, L. B.; CARVALHO, A. M.; MORETTI, C. L.; BOITEUX, L. S. **‘Duradoro’**: híbrido de tomate de mesa longa vida com resistência a *Tospovirus*. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 4 p., Folder de liberação de nova cultivar.
- GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S. **‘San Vito’**: híbrido de tomate para mesa do tipo Italiano. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 4 p. Folder de liberação de nova cultivar.
- GIORDANO, L. B.; SILVA-LOBO, V. L.; SANTANA, F. M.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S. Inheritance of resistance to the bipartite Tomato chlorotic mottle begomovirus derived from *Lycopersicon esculentum* cv. Tyking. **Euphytica**, v. 143, p. 27-33, 2005.
- GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; MELO, P. C. T.; NASCIMENTO, W. M. San Vito: A nova geração de híbridos de tomate ricos em elementos funcionais. **Revista Campo & Negócios HF**, v. 1, n. 10, p. 8-9, 2006.
- INOUE-NAGATA, A. K.; MARTIN, D. P.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; BEZERRA, I. C.; ÁVILA, A. C. New species emergence via recombination among isolates of the Brazilian tomato infecting *Begomovirus* complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1329-1332, 2006.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, p. 53-59, 1994.
- MELO, P. C. T. Tendências do melhoramento genético do tomateiro visando à mesa e indústria no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2., 1991. **Palestras...** Jaboticabal, SP: Unesp-FCAV/SOB/Andef/Funep. p. 35-46.
- MELO, P. C. T. Mosca-branca ameaça produção de hortaliças. Asgrow do Brasil Sementes Ltda. **Informe Técnico A Semente**, v. 11, n. 32, Suplemento, 1992.
- MELO, P. C. T. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo in natura no Brasil e os desafios do melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, Suplemento, 2003. CD-ROM.
- MELO, P. C. T.; CARNEIRO, L. Tomato breeding for tospovirus resistance for Brazilian subtropical and tropical conditions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL TOMATO DISEASES, 1., **Proceedings...** Recife, PE. 1996. p. 172-173.
- NAGATA, T.; BOITEUX, L. S.; IIZUKA, N.; DUSI, A. N. Identification of phenotypic variation of tospovirus isolates in Brazil based on serological analysis and differential host response. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 425-430, 1993.

NAGAI, H. Tomate. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. **O melhoramento genético de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas, SP: IAC, 1993. p. 301-313.

NAGAI, H.; MELO, A. M. T.; LOURENÇÃO, A. L.; SIQUEIRA, W. J. Avanços no melhoramento do vírus do vira-cabeça. **Horticultura Brasileira**, v. 9, p. 50, 1991.

PEREIRA-CARVALHO, R. C. P.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GOMES, P. A. Identification of phenotypic and RAPD markers linked to genomic regions carrying resistance factors to bipartite *Begomovirus* derived from two distinct *Lycopersicon* sources. **Virus Reviews and Research**, v. 11, p. 190, 2006.

PINTO, C.; CASALI, V. W. D. Clima, época de plantio e cultivares de tomateiro. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 66, p. 10-13, 1980.

RIBEIRO, S. G.; MELLO, L. V.; BOITEUX, L. S.; KITAJIMA, E. W.; FARIA, J. C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 330, 1994.

RIBEIRO, S. G.; AMBROZEVÍCIUS, L. P.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C.; CALEGARIO, R. F.; FERNANDES, J. J.; LIMA, M. F.; MELLO, R. N.; ROCHA, H.; ZERBINI, F. M. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v. 148, p. 281-295, 2003.

SANTANA, F. M.; RIBEIRO, S. G.; MOITA, A. W.; MOREIRA-JUNIOR, D. J.; GIORDANO, L. B. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, v. 122, p. 45-51, 2001.

WANDERLEY, L. J. G.; FERRAZ, E.; MELO, P. C. T. IPA-3: Nova cultivar de tomate de porte determinado para consumo ao natural. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 4, p. 107-112, 1980.

Literatura recomendada

MELO, P. C. T.; FERRAZ, E.; MENEZES, J. T.; CANDEIA, J. A. Cultivar de tomate IPA-5. **Horticultura Brasileira**, v. 4, p. 52, 1986.

RESENDE, R. O.; GARCIA-CANO, E.; MORIONES, E.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Resistência ampla a begomovirus monopartidos e bipartidos em genótipos de tomate. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 150-152, 2005.

Capítulo 3

Inovações tecnológicas e desafios na cultura do alho

Rovilson José de Souza
Francisco Vilela Resende
Fábio Silva Macêdo

O alho (*Allium sativum* L.) é originário de regiões de clima temperado da Ásia Central e é cultivado desde a Antigüidade por causa de suas propriedades culinárias e terapêuticas (FILGUEIRA, 2000; CAMARGO, 1984). É hortaliça de grande importância econômica e social no Brasil, sendo cultivado principalmente por pequenos produtores rurais que usam, basicamente, mão-de-obra familiar. Nos últimos 20 anos, houve grande evolução na produção do alho no Brasil, com a expansão dessa cultura para o Cerrado, principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia. Nestas regiões, o alho é cultivado em extensas áreas e por produtores altamente tecnificados.

Segundo dados da Embrapa (2007), o alho é a sexta hortaliça em importância econômica, se considerado o valor da produção nacional. Nos últimos anos, tanto a produção como a área cultivada apresentaram grandes oscilações (Tabela 1). Entretanto, é evidente o aumento crescente da produtividade ao longo dos anos, a qual dobrou entre 1990 e 2005. Em 1991, para a produção de 85.170 t foram cultivados 18.720 ha. Em função da elevação da produtividade, em 2004, foram produzidas 85.600 t em 10.520 ha.

A produção brasileira não é suficiente para atender à demanda interna, sendo necessárias crescentes importações de países como Argentina, China e Espanha (Tabela 2). O alho importado geralmente é de alta qualidade e chega ao País com preços altamente competitivos, o que desvaloriza o produto nacional. Com isso constata-se que, além da elevação da produção, o Brasil deve priorizar o aspecto qualitativo do alho produzido.

Tabela 1. Produção, área e produtividade de alho no Brasil no período de 1990 a 2005.

Ano	Produção (t)	Área (ha)	Produtividade (t/ha)
1990	71.090	17.150	4,14
1991	85.170	18.720	4,55
1992	78.890	16.900	4,67
1993	86.940	17.440	4,98
1994	84.170	17.650	4,77
1995	59.020	12.760	4,63
1996	52.010	11.990	4,34
1997	60.750	12.900	4,71
1998	55.220	10.880	5,07
1999	69.790	12.090	5,77
2000	84.220	13.270	6,35
2001	101.920	14.300	7,13
2002	114.440	15.720	7,28
2003	123.100	15.100	8,15
2004	85.600	10.520	8,14
2005	86.090	10.340	8,33

Fonte: FAO (2007).

Tabela 2. Importações brasileiras de alho entre 2001 e 2005.

País	Importação (t)				
	2001	2002	2003	2004	2005
China	13.049	31.930	33.410	31.011	71.768
Argentina	59.809	41.658	56.024	65.222	55.586
Espanha	4.154	5.539	2.030	3.511	2.512
Hong Kong	0	101	0	1.228	1.051
Chile	775	246	23	44	482
Outros	40	542	78	173	1182
Total	77.828	80.016	91.565	101.189	132.581

Fonte: Agrianual (2007).

Nas últimas décadas, a cultura passou por uma série de transformações. Em virtude da atuação da pesquisa agropecuária, atualmente é possível o cultivo do alho em regiões que eram consideradas inviáveis para a produção, em função das condições climáticas. Além disso, os estudos envolvendo a introdução de cultivares de alho nobres, a racionalização da irrigação e adubação, a mecanização de tratamentos culturais e colheita, o adensamento de plantio, a vernalização e o desenvolvimento de tecnologias de produção de alho-semente de alta qualidade possibilitaram aumentos significativos na produtividade de alho no Brasil.

Principais inovações nas últimas quatro décadas

Cultivares de alho nobres

Atualmente, as cultivares de alho são divididas em dois grandes grupos: os alhos Nobres e os alhos Comuns ou Seminobres. Os pertencentes ao grupo Nobre apresentam ótimo aspecto comercial, pois produzem bulbos arredondados e com aspecto visual atrativo ao consumidor, com bulbilhos grandes e no máximo 15 por bulbo. Os bulbos têm túnica branca e bulbilhos com película de cor rósea ou roxa. As cultivares do grupo Seminobre caracterizam-se por possuírem bulbos normalmente ovalados, túnica branca ou arroxeada e bulbilhos com película branca a levemente rósea (Fig. 1). Além disso, algumas cultivares desse grupo apresentam número excessivo de bulbilhos, sendo estes de tamanho reduzido, o que torna baixa sua competitividade no mercado.

Além do melhor aspecto comercial, os alhos Nobres apresentam maior produtividade em relação aos alhos Seminobres, pois exigem maior uso de tecnologia e produtores mais especializados. Por causa dessas características, com o passar dos anos, as cultivares Nobres substituíram, naturalmente, as Seminobres. Atualmente, somente pequenos produtores, com o uso de baixa tecnologia, produzem esse tipo de alho no Brasil.

As cultivares Nobres são originárias do Sul do País e da Argentina, e são altamente exigentes em temperatura e fotoperíodo. Para que ocorra a bulbificação, é preciso que haja temperaturas baixas e fotoperíodo superior a 14 horas (RESENDE et al., 2004b). Além disso, essas cultivares são altamente sensíveis ao superbrotamento, anomalia genético-fisiológica que influi negativamente na qualidade dos bulbos, além de reduzir a produtividade e



Fig. 1. Alho Nobre 'Roxo Pérola Caçador' (à esquerda) e Comum 'Cateto Roxo' (à direita).

depreciar o produto, fazendo com que o seu valor comercial seja comprometido. Diversos fatores são associados à ocorrência do superbrotamento, os principais são: a sensibilidade da cultivar (PEREIRA et al., 2003; SOUZA; MACÊDO, 2004), o fotoperíodo (MANN; MINGES, 1958; PARK; LEE, 1979), a temperatura (CARMO et al., 1985; MANN; MINGES, 1958), o excesso de água (GARCIA, 1964; MACÊDO et al., 2006) e de nitrogênio (AMARAL, 1967; BÜLL et al., 2002), assim como o balanço entre fitormônios (MOON; LEE, 1980). Portanto, grandes esforços foram requeridos por parte da pesquisa, tanto para o controle do superbrotamento quanto para que esses materiais pudessem ser cultivados com a obtenção de altas produtividades em regiões em que normalmente não bulbificariam, em virtude, sobretudo, de fotoperíodo e de temperaturas não adequadas.

Vernalização

Entre as técnicas que possibilitaram o cultivo de alho Nobre na maior parte do Brasil, pode-se considerar a vernalização como a principal. A técnica consiste em armazenar os bulbos inteiros ou bulbilhos, que serão utilizados para o plantio, em câmaras frias com temperatura entre 3 °C e 4 °C e umidade relativa de 70 % a 80 % por um período que varia de 40 dias a 55 dias, dependendo da necessidade de frio da cultivar, da época de plantio e também das temperaturas da região onde será implantada a cultura.

A vernalização diminui as exigências em fotoperíodo e temperatura das cultivares Nobres, possibilitando o plantio em regiões com temperaturas mais elevadas e de fotoperíodo curto. Além disso, algumas pesquisas mostram que a vernalização auxilia na quebra de dormência dos bulbilhos, uniformizando a emergência, o que antecipa a formação do bulbo e reduz o ciclo (ZINK, 1963; FERREIRA et al., 1993). Por possibilitar precocidade nas colheitas, essa técnica pode contribuir para melhor abastecimento interno e diminuir a necessidade de importações.

Bulbilhos previamente vernalizados bulbificam rapidamente em condições de dias mais curtos e temperaturas mais elevadas quando comparados à região de origem da cultivar. Essa técnica possibilita, portanto, a produção em regiões tropicais e subtropicais onde, por ausência de frio natural ou por dias de comprimento inferior ao crítico, a bulbificação não ocorreria ou seria deficiente. Entretanto, a vernalização tem sido associada à ocorrência de superbrotamento em alhos Nobres. O armazenamento prolongado a baixas temperaturas pode aumentar a incidência dessa anormalidade e, além disso, diminuir a produtividade em função da redução excessiva no ciclo vegetativo (BURBA, 1983). Verifica-se, também, que contínuas pesquisas nas diferentes regiões devem ser realizadas visando determinar o comportamento do alho submetido à vernalização de acordo com as condições do manejo adotado na cultura. Entre os aspectos culturais envolvidos na produção de alho Nobre, o manejo da irrigação e da adubação nitrogenada tem apresentado grande destaque na pesquisa nacional, pois, apesar de estar diretamente ligado ao aumento da produtividade da cultura, está fortemente associado à incidência de superbrotamento. Tanto o nível de água disponível como a frequência e a suspensão das irrigações têm sido motivos de preocupações por parte dos pesquisadores. No caso da adubação nitrogenada, os estudos estão voltados, sobretudo, para a determinação de melhores fontes e doses, além de épocas de aplicação e formas de parcelamento.

Alho-semente livre de vírus

Boa parte dos produtores de alho seleciona os bulbos de menor tamanho obtidos na própria produção para formar a lavoura do ano seguinte, uma vez

que estes apresentam menor valor no mercado. No entanto, esses bulbos apresentam alto grau de degenerescência em razão de deficiências nutricionais, incidência de vírus e outras pragas. A degenerescência ocorre por causa da propagação vegetativa do alho e, neste caso, as viroses possuem papel preponderante na redução da produção e qualidade dos bulbos colhidos. Esse tipo de propagação favorece a transmissão de pragas e doenças em plantios sucessivos, acarretando perda gradual da capacidade produtiva da planta e da capacidade de conservação no armazenamento (CARVALHO, 1986; DUSI, 1995).

A propagação do alho *in vitro* por meio de ápices caulinares, ao permitir a recuperação de plantas livres de vírus, constituiu, sem dúvida, grande avanço tecnológico para essa cultura, pois possibilitou a exploração de seu alto potencial produtivo, antes dificultada pelo acúmulo de viroses ao longo de ciclos de reprodução vegetativa. A estratégia consiste em reproduzir plantas a partir de células ou tecidos retirados de partes supostamente livres de patógenos. As plantas obtidas são indexadas e a produção de alho-semente é feita em condições controladas.

Os trabalhos para avaliação de produção e degenerescência em alho obtido por meio de cultura de ápices caulinares começaram com maior intensidade a partir do final da década de 1980. Tem-se observado em vários trabalhos, tanto no Brasil quanto no exterior, que os aumentos de produtividade do alho, quando se faz a propagação por ápices caulinares visando à obtenção de plantas livres de vírus, são bastante expressivos quando comparados ao mesmo material mantido pelo produtor ou multiplicado pela via convencional. Dependendo do nível de infecção do material, o aumento de produtividade de clones de alho livres de vírus pode chegar a 100 % em relação ao mesmo material infectado. Nas cultivares de alho Seminobres, clones livres de vírus ou obtidos por cultivo de ápices caulinares apresentam, com frequência, médias de produtividade superiores em 30 % a 50 % ao mesmo material multiplicado de forma convencional. Este tipo de alho parece ter sofrido um processo de degenerescência bastante acentuado ao longo de gerações de cultivo, por causa do acúmulo progressivo de viroses e outras doenças que, associado à falta de cuidado com o alho-semente, tem levado à drástica redução da produtividade e ao desaparecimento da cultura em muitas regiões do País.

A partir do aperfeiçoamento dos protocolos para obtenção de plantas com base em ápices caulinares, da bulbificação *in vitro* e do desenvolvimento de mecanismos rápidos para identificação e indexação das principais viroses do alho no Brasil, foi possível estabelecer sistemas de produção de alho-semente de alta qualidade fitossanitária e fisiológica, com aplicação comercial. O sistema se baseia, primeiro, na manutenção, pelo próprio produtor, de estoque de alho-semente básico livre de vírus, em telados à prova de insetos-vetores e, posteriormente, na multiplicação da semente em campos isolados, até obter quantidade suficiente para plantio de lavoura comercial (RESENDE

et al., 2004a). O sistema desenvolvido pela Embrapa já se encontra em uso por pequenos produtores em regiões produtoras de alho da Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Desafios e perspectivas da cultura do alho

Considerando-se que o Brasil não consegue suprir sua demanda interna de alho, observa-se que a cultura apresenta grande potencial de expansão. Porém, como a cultura se difundiu para diversas regiões que apresentam características climáticas e ambientais totalmente distintas entre si, tornam-se necessários estudos fitotécnicos específicos nas diferentes regiões, visando à produção sustentável e à máxima eficiência produtiva e econômica. Nesse sentido, são indispensáveis pesquisas envolvendo adaptação de cultivares, nutrição mineral, manejo da irrigação, vernalização, cultura de tecidos e conservação pós-colheita.

Verifica-se também que a difusão das tecnologias geradas deve ser priorizada, já que, em muitos casos, ainda não são atingidos todos os envolvidos na cadeia produtiva. Dessa forma, os mais prejudicados pela deficiência no sistema de extensão rural são os pequenos produtores, geralmente, os que mais necessitam das inovações tecnológicas e da assistência técnica. Muitas regiões de pequenos produtores com tradição de produção de alho há várias décadas encolheram significativamente as áreas de plantio com o aumento das importações, principalmente da China.

A reestruturação do modelo atual de difusão e transferência de tecnologia é fundamental para que o pequeno produtor recupere a capacidade de competir no mercado formal e essas regiões tradicionais voltem a contribuir para que o Brasil, efetivamente, reduza a dependência das importações e caminhe em direção à auto-suficiência na produção de alho.

Contudo, apenas com a elevação da produção e da qualidade do alho nacional, não serão cessadas as importações de alho. Segundo Boeing (2006), entre 2001 e 2003, os produtores nacionais de alho registraram, inutilmente, quebras de recordes de produção, com vistas a diminuir a forte dependência do alho importado no suprimento da demanda interna. Por anos consecutivos, acumularam consideráveis prejuízos, por conta de decisões equivocadas de autoridades do País que, ignorando os níveis de produção interna, elevaram os níveis de importação do produto. Em resposta a essa situação, os produtores reduziram os investimentos no setor, sendo registrada queda de 30 % na produção em 2004.

De acordo com Vieira (2004), seria conveniente que o governo determinasse procedimentos de políticas de mercado e estabelecesse quotas para aquisição do produto importado nos períodos de maior concentração da comercialização do alho nacional. Além disso, deveriam ser cumpridas as regras de mercado, como a estabelecida na Resolução nº 41, do Ministério de Comércio Exterior, de 19 de dezembro de 2001, que fixou como direito antidumping a taxa de US\$ 4,80 por caixa de 10 kg do produto importado da China. Porém, segundo o autor, a importação brasileira de alho e de outros produtos é uma realidade. Na verdade, o volume de negócios deverá se expandir por força de acordos bilaterais entre governos, os quais objetivam equilibrar a balança comercial por meio da entrada e saída de produtos e serviços.

Referências

- AGRIANUAL 2007. **Anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007.
- AMARAL, F. A. L. **Contribuição ao estudo da localização de fertilizantes na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1967. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BOEING, G. Alho. In: VIEIRA, L. M. (Coord.). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2005-2006**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2006. p. 21-24.
- BÜLL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.
- BURBA, J. L. **Efeitos do manejo do alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção do cultivar Chonan**. Viçosa, MG, 1983, 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448 p.
- CARMO, C. A. S. do; CASALI, V. W. D.; THIEBAUT, J. T. L.; SILVA, J. F. da; MEDINA, P. V. L. Influência da temperatura no índice de perfilhamento em plantas de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 65, maio 1985.
- CARVALHO, M. G. Viroses do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 12, n. 142, p. 41- 46, 1986.
- DUSI, A. N. Doenças causadas por vírus em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 183, p. 19-21, 1995.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Hortaliças em números: situação das hortaliças no Brasil, 2005**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://cnph.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2007.
- FAO. **FAOSTAT**. Roma, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 jul. 2007.
- FERREIRA, F. A.; CASALI, V. W. D.; ÁLVARES, V. H.; RESENDE, G. M. de. Desenvolvimento de alho, cultivar Chonan e Quitéria, após armazenamento refrigerado. In: FERREIRA, F. A.; CASALI, V. W. D.; ÁLVARES, V. H.; RESENDE, G. M. **Projeto olericultura: relatório de pesquisa 1987/1992**. Belo Horizonte: Epamig, 1993, p. 28-30.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

GARCIA, A. **Influência da irrigação no crescimento, produção e superbrotamento do alho (*Allium sativum* L.)**. Viçosa, MG, 1964, 45 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Rural do Estado de Minas Gerais.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; MAGELA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 4, p. 629-635, abr. 2006.

MANN, L. K.; MINGES, P. A. Growth and bulbing garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks day length and planting date. **Hilgardia**, Berkley, v. 27, n. 15, p. 385-419, Aug. 1958.

MOON, W.; LEE, B. Y. Influence of short day treatment on the growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (*Allium sativum* L.). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v. 21, n. 2, p. 109-118, 1980.

PARK, Y. B.; LEE, B. Y. Study on growth and bulb formation of garlic plants (*Allium sativum* L.). The effect of day length on the bulb formation and secondary growth in 6 clones garlic plants. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science** Suwon, v. 20, n. 1, p. 1-4, 1979.

PEREIRA, A. J.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, W. R. Competição de cultivares de alho vernalizado na região de Inconfidentes, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Brasília: Sociedade de Olericultura do Brasil, 2003. CD-ROM.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; TORRES, A. C.; BUSO, J. A. Avaliação de um sistema de produção própria de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica por pequenos produtores da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande, MS. **Resumos expandidos...** Brasília: Sociedade de Olericultura do Brasil, 2004a. CD-ROM.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. de. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília: Embrapa-CNPB, 2004b. 12 p. (Embrapa-CNPB. Comunicado Técnico, 22).

SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S. Vernalização de cultivares de alho Nobre na região de Lavras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-654, jul./set. 2004.

VIEIRA, L. M. Alho. In: VIEIRA, L.M. (Coord.). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2003-2004**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2004. p. 25-32.

ZINK, F. W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 83, p. 579-584, June 1963.

Literatura recomendada

Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. CD-ROM.

SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S.; YURI, J. E. Alho (*Allium sativum* L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: Epamig, 2007. p. 75-84.

Capítulo 4

A cadeia produtiva do melão no Brasil

João Ribeiro Crisóstomo
Fábio Rodrigues de Miranda
José Francismar de Medeiros
Jalmi Guedes Freitas

O agronegócio do melão (*Cucumis melo* L.) é um exemplo de evolução rápida de aprimoramento tecnológico e de geração de emprego e renda no Semi-Árido brasileiro. Destaca-se ainda por sua inserção no mercado global, com a participação de grandes, médios e pequenos produtores (Fig. 1 e 2). A área plantada passou de 5 mil hectares em 1990 para 14 mil hectares em 2005 (IBGE, 2007) e, nesse período, houve crescimento da produção e da produtividade (Fig. 3). A produção brasileira concentra-se no Nordeste (94 %), principalmente nos estados do Rio Grande do Norte (49 %), Ceará (32 %), Bahia (8 %) e Pernambuco (4 %) (IBGE, 2007). Em 2004, foram produzidas 340 mil toneladas, com produtividade de 22 t/ha e renda de R\$ 265,15 milhões¹ (IBGE, 2007; IBRAF, 2007).

As exportações evoluíram de 48 mil toneladas em 1997 para 179 mil toneladas em 2005, representando 51 % do melão comercializado. Nesse período, o melão destacou-se como a segunda fruta nacional em valor exportado (Fig. 4), e a Europa foi o principal mercado. No cenário internacional, o melão brasileiro



Fig. 1. Cultivo de melão no Semi-Árido brasileiro. Vista aérea de área cultivada na Fazenda Itaueira, Vale do Jaguaribe, no Estado do Ceará.

Fonte: Prado (2001).

¹ US\$ 150.141.562,85; valor do dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.



Fig. 2. Cultivo de melão no Semi-Árido brasileiro: A) Manejo de melão em Mossoró, Rio Grande do Norte; B) Área de pequeno produtor na Chapada do Apodi, Ceará; C) Sala de classificação e embalagem de frutos no Rio Grande do Norte.

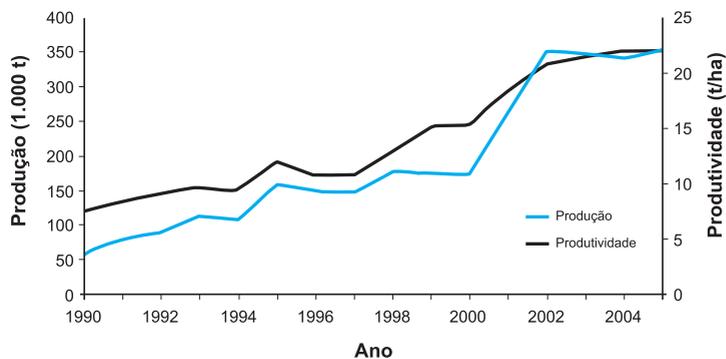


Fig. 3. Evolução da produção e da produtividade do melão brasileiro no período de 1990 a 2005.

Fonte: IBGE (2007).

tem reduzida expressão em termos de área cultivada (1,4 %) e de produção (1,5 %). Destaca-se na produtividade (15 % acima da média mundial) e nas exportações, tendo sido o quinto no ranking dos dez principais países exportadores em 2004 (FAO, 2007).

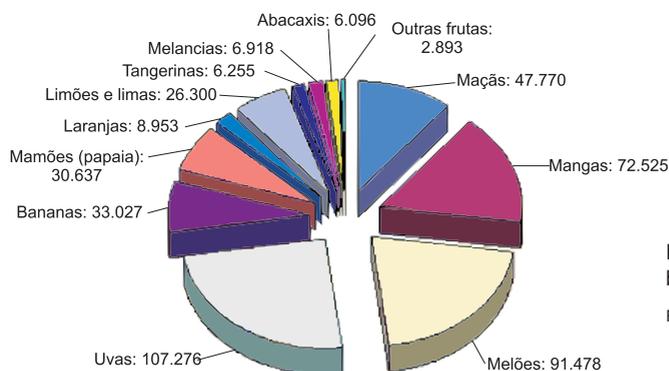


Fig. 4. Valores (mil US\$) das exportações brasileiras de frutas em 2005.

Fonte: Ibraf (2007).

Evolução da cadeia produtiva

São identificadas três fases de reorganização da cadeia do melão. A primeira vai até o final dos anos de 1970. Foi iniciada com a introdução da cultura no Rio Grande do Sul, logo depois em São Paulo, no Pará e no Vale do São Francisco, única região que continua produzindo melão. Em todas as regiões, empregavam-se cultivares de polinização livre do melão Amarelo Valenciano (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud). A produção destinava-se ao mercado local, a produtividade não ultrapassava 10 t/ha e predominava a importação (PEDROSA, 1997).

A segunda fase vai de 1980 a 1998 e teve início com a instalação da empresa Mossoró Agroindustrial S.A. (Maisa) em Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte. Com essa iniciativa, empresários locais e de outras regiões começaram a se fixar no Rio Grande do Norte, formando um novo pólo. Houve forte integração com o mercado internacional a partir da atração de empresas especializadas em comércio exterior, que fizeram a prospecção de mercados e a divulgação da qualidade do melão fora do Brasil. Ocorreu intensa tecnificação, com o emprego de híbridos F1, a introdução da irrigação localizada e de técnicas de manejo cultural da Espanha e dos Estados Unidos da América. Predominavam os melões Amarelos e, em menor quantidade, os tipos Verde-Espanhol (*C. melo* var. *inodorus* Naud) e Aromáticos (*C. melo*

var. *cantalupensis* Naud) (ALVES, 2000). Em 1996, existiam 768 produtores no Nordeste, dos quais 38 eram grandes empresas (61 ha a 2.500 ha), 30 médias (10 ha a 60 ha) e 700 pequenos produtores, com diferenças na produtividade e nas formas de organização entre os grupos (Tabela 1). Foram criados a Associação dos Produtores de Frutas Tropicais do Nordeste (Profrutas) e o Comitê de Fitossanidade do Rio Grande do Norte (Coex-RN). Com a introdução de tecnologias, melhoraram a produtividade e a qualidade. Adotou-se a classificação de frutos, sobretudo para o mercado externo (GORGATTI NETO, 1994), e firmou-se o nome do melão brasileiro na Europa. Outra conquista foi a de área livre de mosca-das-frutas (*Anastrepha fratercula* Wied.) no Rio Grande do Norte, o que permitiu o acesso ao mercado norte-americano e a ampliação dessa área para o Estado do Ceará em 2003 (BRASIL, 2007).

Em contraponto a toda essa evolução, havia críticas, tanto do mercado interno quanto do externo, em relação ao baixo teor de sólidos solúveis totais dos melões híbridos introduzidos, principalmente os Amarelos (IBRAF, 1996; CRISÓSTOMO et al., 2003a). Apesar disso, ficou consolidado o melão como uma das principais culturas irrigadas do Semi-Árido nordestino. Essa fase teve seu declínio em decorrência das alterações no mercado externo, do aumento da concorrência pela globalização, das alterações macroeconômicas no País (SAMPAIO et al., 2006) e da pouca coesão entre os produtores, levando à desativação da maioria das grandes empresas até 1998.

A terceira fase teve início durante a anterior e caracteriza-se pela maior interação dos médios e pequenos produtores e pelo surgimento do Ceará como o segundo produtor nacional. Entre os principais melões produzidos, destacam-se os tipos Amarelo, Cantaloupe, Pele-de-sapo, Gália, Orange Flesh e Charentais (Fig. 5). As médias empresas passaram a contar com engenheiros-agrônomo e os pequenos produtores a ter acesso à assistência técnica por meio da rede pública, de associações e de organizações não-governamentais. O nível tecnológico continua evoluindo e o intercâmbio com universidades e centros de pesquisas da região intensificou-se. A existência da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), antiga Escola Superior de Agricultura de Mossoró (Esam), no principal pólo produtor, tem sido importante na formação de mão-de-obra.

A maioria dos pequenos e médios produtores se integra a uma empresa exportadora mediante contratos de terceirização. Isso permite o acesso ao mercado externo, restrito àqueles que possuem infra-estrutura que satisfaça às exigências das certificadoras (SOUZA, 2005). Os pequenos produtores não constituem um grupo homogêneo. Existem aqueles que, percebendo a expansão do mercado, adquiriram ou arrendaram terras para o cultivo, bem como os assentados do programa de reforma agrária, os quais, por sua vez, distribuem-se em dois

Tabela 1. Caracterização das unidades produtivas de melão do Nordeste brasileiro.

Variável	Classificação	
	Grandes e médias empresas	Pequenas empresas
Número de produtores	38	30
Pequenos produtores	700	Até 10
Área por categoria (ha)	61 a 2.500	10 a 60
Tipo de semente empregada	Híbridos (F1)	Híbridos F1 e segregantes F2
		Híbridos (F1 - RN e CE) e segregantes (F2 e F3) – PE e BA)
Tipo de irrigação	Localizada com fertirrigação	Localizada com fertirrigação (RN e CE) e por sulcos (BA e PE)
		Localizada com fertirrigação (RN e CE), sendo a maioria xique-xique e por sulcos (BA e PE)
Gerenciamento	Profissional	Profissional
	Familiar	Familiar
Organização	Associados à Profrutas e Coex (usam calendário de plantio, têm packing house e venda direta)	Há grupos informais de produtores. Usam calendário de plantio e praticam a terceirização da comercialização
	Alguns praticam a terceirização da comercialização e outros comercializam por meio de associações	Alguns praticam a terceirização da comercialização e outros comercializam por meio de associações
Assistência Técnica	Própria	Própria ou por meio de associações
	Recebem assistência da rede pública (Emater) e ONGs	Recebem assistência da rede pública (Emater) e ONGs
Forma de venda	Embalada, parte em caixa de papelão e pequena parte a granel	Embalada, parte em caixa de papelão e parte a granel
Produtividade (t/ha)	25 a 30	20 a 25
	12 a 18	12 a 18
Controle fitossanitário	Predomina o calendário de aplicação	Predomina o calendário de aplicação
	Conforme a recomendação técnica	Conforme a recomendação técnica

Fonte: Adaptado de Dias et al. (1998).

Foto: Cláudio Norões Rocha

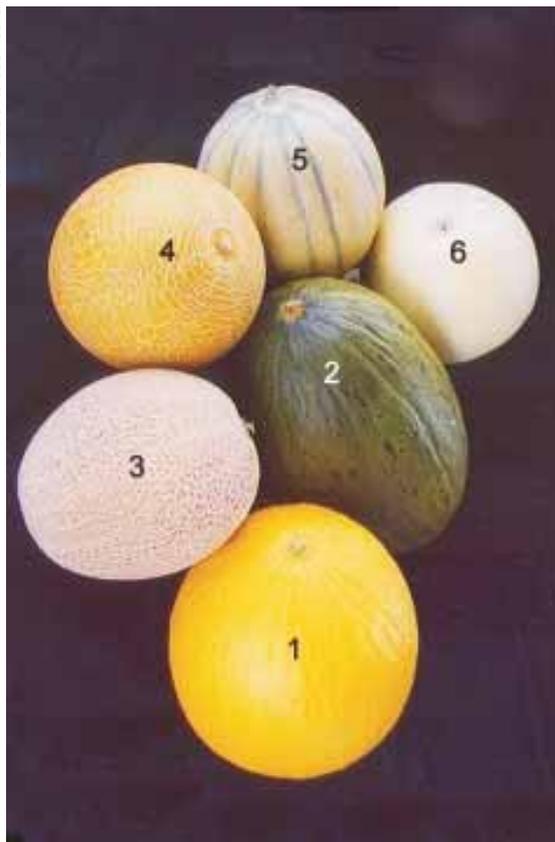


Fig. 5. Principais tipos de melões produzidos no Brasil: (1) Amarelo, (2) Cantaloupe, (3) Pele-de-Sapo, (4) Gália, (5) Orange Flesh e (6) Charentais.

subgrupos, os terceirizados e os que se unem em cooperativas para a comercialização. Em menor número, vêm as grandes empresas, destacando-se a Nolem, a Agrícola Famosa e a Del Monte, que exportam a maior parte da produção regional, própria e de terceirizados. De acordo com o Coex, as empresas exportadoras vêm passando por transformações na sua infra-estrutura. Em 1997, apenas três possuíam estrutura de refrigeração completa. Atualmente, dez empresas possuem refrigeração moderna e existem 25 *packing-houses*.

Como exemplo do nível de integração dos produtores, destacam-se as ações do Coex–RN. Hoje, os associados adquirem insumos e discutem estratégias e ações com o mercado e o poder público, sempre de forma conjunta. Visando manter o espaço no mercado competitivo, os pólos de fruticultura têm realizado, durante vários anos, a *Feira Internacional de Fruticultura Tropical Irrigada (Expofruit)* no Rio Grande do Norte e, a partir de 1998, o Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria (Instituto Frutal) organiza a *Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria (Frutal)* no Ceará. Essas são feiras internacionais nas quais estão presentes todos os atores da cadeia produtiva, contando com a participação de delegações internacionais de vários países. Muitos produtores

da região têm participado de feiras na Europa, onde expõem seus produtos e ampliam os negócios. Fazem parte do marketing das empresas a condição de área livre de algumas pragas, a certificação do Euro-Retailer Produce Working Group/Good Agricultural Practice (EurepGAP) – protocolo de boas práticas agrícolas – e o uso de tecnologias menos poluentes e avançadas.

Fatos e contribuições determinantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva

Contribuições do setor privado

Foi marcante a presença de empreendedores no desenvolvimento da cadeia produtiva do melão no País. Eles foram importantes no aproveitamento de oportunidades, na abertura de mercados, na introdução de tecnologias e nas negociações com o poder público. Um dos principais foi o empresário Geraldo Cabral Rola, da Maisa. Com o bom desenvolvimento de algumas sementes em Mossoró, ele vislumbrou uma oportunidade de negócio, direcionou esforços da empresa para a produção experimental e deu início à produção comercial, que se disseminou na região. Representando os pequenos produtores, destacou-se o sr. Fernando Irikita que, vindo de São Paulo na segunda fase, dedicou-se a aprimorar as técnicas de produção na Maisa. Atualmente, faz parte de uma colônia de 20 produtores especializados.

Empresas-âncoras. As grandes empresas instaladas na segunda fase de reorganização da cadeia do melão abriram o mercado internacional e criaram marcas que passaram a ter qualidade reconhecida em vários mercados do mundo. A maioria terceirizava parte da produção com médios e pequenos produtores, que seguiam o seu pacote tecnológico, favorecendo o estabelecimento de uma cultura de qualidade.

Janela de mercado. De setembro a janeiro, o Brasil tem supremacia de oferta no mercado europeu em virtude das condições climáticas desfavoráveis na Europa (MAGALHÃES, 2001; BRASIL, 2003).

Organização da cadeia. Decorre de fatores como pressões do mercado, principalmente o externo, relacionadas, por exemplo, a barreiras de exportação, às exigências fitossanitárias, ao aumento do custo de produção e à preferência do consumidor por melões nobres.

Contribuições das políticas públicas

A isenção do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) adotada no Rio Grande do Norte, nos anos de 1980, foi marcante para o agronegócio do melão. A decisão impulsionou a produção organizada e a dinamização do setor de tal forma que o estado foi o principal produtor de frutas do Nordeste Setentrional durante muito tempo. O Ceará adotou a mesma atitude em 2001, tendo sido notório o impacto no crescimento do cultivo do melão (Fig. 6).

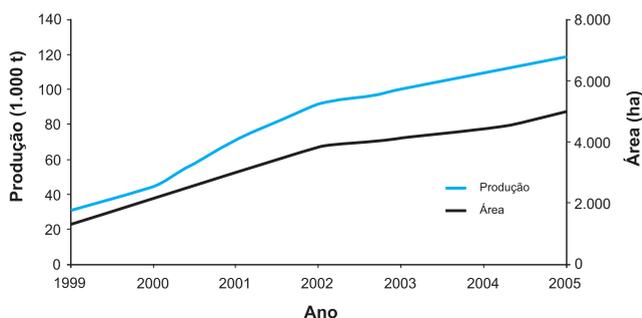


Fig. 6. Evolução da área plantada e da produção de melão no Ceará entre 1999 e 2005, com destaque para o crescimento de ambas após a isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) em 2001.

Fonte: Magalhães (2001).

Recursos hídricos. A ênfase das ações governamentais para a modernização da agricultura no Nordeste consistiu no incentivo à irrigação no Semi-Árido, dando continuidade à política das águas iniciada no final do século 19. Perseguiam-se três objetivos: a transformação de um espaço árido em terras produtivas; a transformação econômica da produção agrícola tradicional, de sequeiro, em um setor produtivo moderno; e a criação de mentalidade empresarial entre os produtores locais. O sucesso do programa exigia a construção de infra-estrutura hídrica (açudes, poços, barragens) e de irrigação. Aos poucos, os investimentos nos projetos de irrigação foram transformando essas áreas em pólos de desenvolvimento, integrando atividades agrícolas e urbano-industriais, mediante a incorporação de agroindústrias e de numerosos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços. A partir desse esforço, o Nordeste passou a ocupar lugar de destaque na fruticultura nacional (SOUZA, 2005; IBRAF, 2007).

No Rio Grande do Norte e no Ceará, ocorreu grande impulso na cadeia do melão com a descoberta dos aquíferos aluviais Calcário Jandaíra, Formação Barreira e Arenito Assu. Antes, os poços da Chapada do Apodi eram de grandes profundidades (acima de 700 m) e sua implantação de custo elevado (cerca de US\$ 500 mil), só podendo ser explorados por grandes empresas. A descoberta desses aquíferos, atribuída ao geólogo Tilson Baltazar, permitiu a construção

de poços de menor custo inicial (cerca de US\$ 5 mil), o que possibilitou a participação de pequenos e médios produtores nesse agronegócio, determinando a expansão da cultura em toda a Chapada do Apodi, nos dois estados (SOUZA, 2005). Paralelamente, os governos estaduais promoveram a eletrificação rural e construíram estradas e portos, que facilitaram o escoamento da produção.

Atividades da Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex). As campanhas de marketing feitas pelo Programa Brazilian Fruit vêm promovendo as frutas brasileiras no exterior desde 1998 e têm favorecido a sua exportação (FERNANDES, 2006).

Aperfeiçoamento de recursos humanos. Até 1991, os técnicos das grandes empresas eram procedentes do Sudeste brasileiro e de outros países. Atualmente, a maioria das unidades produtivas conta com técnicos formados na própria região, principalmente na Ufersa, o que tem sido fundamental para a comunicação constante entre técnicos, pesquisadores e professores, proporcionando reciclagem e retroalimentação do sistema.

Produção Integrada de Frutas (PIF). Esse programa, instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), tem melhorado a qualidade e facilitado o mercado de frutas no Brasil.

Contribuições da pesquisa

A atuação da pesquisa na cadeia do melão sofreu retardamentos em virtude de fatores relacionados às grandes empresas e às instituições de pesquisa. No primeiro caso, as empresas importavam tecnologias e técnicos e possuíam pacotes tecnológicos próprios. O custo associado a isso as tornava fechadas ao intercâmbio com técnicos e instituições locais. Da parte dos gestores de pesquisa, havia um entendimento de que a geração de tecnologia para o melão era assunto de grandes grupos, sendo dispensável a participação da pesquisa pública. Esses equívocos prejudicaram a geração de tecnologia e maior competitividade. Em 1991, foi realizada pesquisa com pós-colheita de caju (*Anacardium occidentale* L.) na Maisa, em parceria com a Universidade Federal de Lavras e a Ufersa e, desde então, essa empresa passou a facilitar a condução de outras pesquisas. Em 1995, produtores do Rio Grande do Norte reivindicaram, do governo federal, a realização de pesquisas com melão. Em resposta, a Embrapa efetuou diagnóstico na região e identificou várias demandas (ALVES et al., 1995), as quais deram origem a projetos apoiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

(CRISÓSTOMO, 2000). Ao mesmo tempo, a Embrapa empreendeu estudos sobre cadeias produtivas e sistemas naturais no País (CASTRO et al., 1998), onde ficou demonstrado, no caso do melão, que, ao contrário do que se pensava, essa cadeia era composta, principalmente, por médios e pequenos produtores e com várias limitações tecnológicas (DIAS et al., 1998).

Atualmente, experimentos da Ufersa e da Embrapa são conduzidos em áreas de produtores e, como decorrência, algumas pesquisas transformaram-se em inovações relevantes destacadas a seguir:

Fitossanidade. Nesta área, a contribuição da pesquisa foi decisiva para a competitividade do setor. Na busca de ampliação de mercado, os produtores do Rio Grande do Norte depararam-se com as exigências quarentenárias do mercado americano, o que levou a uma ação conjunta envolvendo a iniciativa privada e o poder público. Em 1980, foram iniciados estudos para estabelecer os parâmetros biológicos da *Anastrepha grandis* Macquart, a mosca-do-melão (SILVA et al., 1991). Em seguida, foram realizados os estudos de monitoramento populacional na área de produção para a determinação da área livre da mosca (NASCIMENTO et al., 1987). As pesquisas foram concluídas em 1990 e possibilitaram a assinatura de um acordo bilateral Brasil/Estados Unidos da América, reconhecendo-se a área como livre da mosca, o que permitiu o acesso àquele mercado. Finalmente, em janeiro de 2003, foram obtidos o reconhecimento de área livre pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e a emissão do Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) (COEX, 2007). No Ceará, atividades semelhantes foram iniciadas em 2000 (BRAGA SOBRINHO et al., 2002), obtendo-se o certificado de área livre em 2003 (BRASIL, 2007).

Irrigação. No diagnóstico realizado (ALVES et al., 1995), constatou-se o desconhecimento das necessidades hídricas da cultura, verificando-se acentuada variação na lâmina d'água aplicada pelos produtores (5 mm/dia a 12 mm/dia) e a utilização de uma mesma lâmina durante todo o ciclo. As pesquisas realizadas mostraram que as necessidades hídricas do meloeiro variam ao longo do seu ciclo: desde 20 % da evapotranspiração de referência (ET_o) durante a fase inicial (0 a 23 dias após o plantio) a até 120 % da ET_o na fase de florescimento e desenvolvimento dos frutos (MIRANDA et al., 1999; MEDEIROS et al., 2000). Esses resultados têm sido utilizados por vários produtores, permitindo economia de água e de energia de até 50 %.

Uso de plástico na cobertura do solo. Essas pesquisas contribuíram para que mais de 50 % das áreas passassem a usar essa tecnologia (SALDANHA, 2004; NEGREIROS, 2005), proporcionando incrementos da ordem de 30 % na produção do melão Cantaloupe, principalmente com o plástico prateado (COSTA et al., 2002; ALMEIDA NETO, 2004).

Pós-colheita. Um grupo formado pela Embrapa e pela Ufersa, com a colaboração da Universidade Federal de Lavras e da Universidade Federal de Viçosa, vem desenvolvendo pesquisas desde 1990, destacando-se as seguintes inovações: a) identificação do ponto ideal de colheita por grupo/híbrido; b) técnicas de manuseio pré e pós-colheita; c) identificação da temperatura ideal de pré-resfriamento, armazenamento e transporte para os principais grupos de melões produzidos no Rio Grande do Norte e no Ceará, tais como Orange Flesh, Gália, Cantaloupe, Charentais, Pele-de-Sapo e Amarelo (ALVES, 2000; ALVES et al., 2005).

Visão de futuro

Para uma previsão adequada das perspectivas, é necessário conhecer as oportunidades e os desafios do setor. No primeiro caso, os produtores têm expectativa de dobrar a produção até 2010, em virtude do cenário atual. No segundo, são identificados desafios que necessitam ser vencidos, entre os quais se destacam os mencionados a seguir.

Desafios relacionados às políticas públicas

Regulamentos e normas para insumos. É necessário adequar os arcabouços logísticos, normativos e a política institucional, fundamentais no que se refere ao registro, extensão de uso e rotulagem de produtos, de agroquímicos, proteção fitossanitária, importação e exportação de insumos e materiais biológicos (BRASIL, 2006). Alguns produtores consideram que seria benéfico, por exemplo, levar em conta o emprego de defensivos já autorizados para o melão nos países importadores.

Análises de resíduos. Como existe apenas um laboratório de análise de resíduos no Nordeste – e se não for possível a implantação de outros – é necessário maior entrosamento entre os produtores e esse laboratório, visando aumentar a eficiência.

Infra-estrutura. Atualmente, 8% dos frutos já encaixados chegam estragados ao destino final em decorrência das condições das estradas. Eles são incinerados ao custo de US\$ 1,00/caixa, pagos pelo produtor.

Conflito entre ambientalistas e produtores. Para sobreviverem, os produtores devem acompanhar as inovações tecnológicas visando à maior produtividade e à redução de custos. O desenvolvimento de tecnologias menos agressivas ao meio

ambiente é imposição dos mercados consumidores, embora alguns produtores ainda pratiquem uso substancial de defensivos, o que tornou o melão a quarta frutífera em consumo de defensivos e a segunda em dispêndio no País (NEVES et al., 2002). A perfuração indiscriminada de poços e o uso crescente de água de baixa qualidade e de fertilizantes na Chapada do Apodi causaram problemas no solo e falta de água no aquífero Jandaíra, levando ao abandono de áreas, ao desemprego e à migração de vários produtores para outras regiões.

Enquanto muitos produtores acham que o cultivo do melão é um sucesso, outros fazem objeções, preocupados com a queda da rentabilidade e da competitividade, advinda dos elevados custos com sementes, máquinas, defensivos, mão-de-obra, oscilação do dólar e perda de mercado para outros países (IBRAF, 1996; SOUZA, 2005; SAMPAIO et al., 2006).

Apoio insuficiente da pesquisa. No que pese a existência dos consórcios de exportadores e a sua importância para permitir poder de barganha, na ausência de apoio adequado da pesquisa, não se pode aumentar a qualidade, reduzir custos e aumentar a competitividade. A relação de demandas existentes (ALVES et al., 1995 e item *Desafios relacionados à pesquisa* apresentado a seguir) dá a dimensão da necessidade de pesquisas com a cultura. No entanto, no levantamento efetuado para este documento, verificou-se que não chega a 15 o número total de pesquisadores com dedicação exclusiva à pesquisa sobre melão nas instituições de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Nordeste.

Desafios relacionados à pesquisa

Neste item, destacam-se vários gargalos da competitividade da cultura do melão. Os custos com importação e aquisição de sementes e com o controle de pragas e de doenças tornam extremamente vulnerável toda a cadeia. O dispêndio atual com aquisição de sementes de melão está muito acima da média de 3 % estimada para as hortaliças (CARDOSO, 2001). Na safra 2005/2006, no Ceará, as despesas com aquisição de sementes (18 %) e com defensivos (12 %) importaram em 30 % do custo de produção da cultura, estimado em R\$ 14.394,50 (SEAGRI, 2007), equivalendo a US\$ 8.258,46 (taxa de câmbio de 1 : 1,743).

Híbridos e manejo adequado. É fundamental ampliar a diversificação de tipos de melões requeridos pelo mercado, com melhor adaptação e manejo adequado às condições do Nordeste. Para a comercialização de cultivares no Brasil, é adotado, desde 1997, pelo Mapa, o Registro Nacional de Cultivares (RNC), que ordena o mercado, protegendo o produtor da venda indiscriminada

de sementes de cultivares que não tenham sido previamente testadas nas condições locais (BRASIL, 2001). Entretanto, no caso do melão, os híbridos em uso no Nordeste ainda não fazem parte do RNC, o que tem proporcionado a introdução indiscriminada de genótipos selecionados para países do Hemisfério Norte (CRISÓSTOMO et al., 2003a). Esses genótipos são adaptados às suas condições de origem, como dias longos e maior nebulosidade, tendo as plantas ciclo de 100 dias a 120 dias (MAROTO, 1983). No Nordeste, são colhidos entre 60 dias e 70 dias após o plantio, caracterizando uma produção sob estresse, apontada como a principal causa da redução do teor de sólidos solúveis totais no fruto. Isso tem gerado reclamações dos produtores, dos consumidores e da rede de distribuição de supermercados e feiras, que têm substituído o melão Amarelo pelo tipo Cantaloupe (IBRAF, 1996; ARRUDA, 1999). Em 2001, por exemplo, 82 % do melão comercializado na Central de Abastecimento do Ceará foi do tipo Cantaloupe (MAGALHÃES, 2001). O tipo Amarelo, por ser mais resistente ao transporte e ao armazenamento em temperatura ambiente, tem tido a preferência de cultivo pelos produtores, ocupando 70 % da área total (BRASIL, 2003). Esse antagonismo torna evidente a necessidade de melhoria nos dois grupos. Em virtude disso, a Embrapa iniciou, em 2000, um projeto de melhoramento genético, começando pela avaliação dos híbridos comerciais existentes no mercado. Entre 14 híbridos Amarelos e 19 Cantaloupes avaliados, constatou-se interação genótipo vs. ambiente altamente significativa para os caracteres produção e teor de sólidos solúveis totais (SST). A produtividade variou de 18 t/ha a 33 t/ha nos melões Amarelos e de 14 t/ha a 30 t/ha nos Cantaloupes. Os teores de SST variaram de 7,9 °Brix a 10 °Brix nos Amarelos e até 13 °Brix nos Cantaloupes (MIGUEL, 2001; CRISÓSTOMO et al., 2003a, 2003b). Todos os melões Amarelos e a maioria dos Cantaloupes mostraram-se suscetíveis às doenças e pragas que ocorrem na região (CRISÓSTOMO et al., 2003b; SANTOS et al., 2004).

Manejo integrado de pragas e doenças. Conforme já destacado, o melão é a quarta frutífera em consumo de defensivos no País e a segunda em dispêndio (NEVES et al., 2002). Por causa da suscetibilidade dos híbridos e do controle fitossanitário inadequado praticado por vários produtores, a larva-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard), antes considerada secundária, é hoje uma das principais pragas do meloeiro no Nordeste, causando prejuízos consideráveis.

Ampliação do período de cultivo. Até maio de cada ano, os preços no mercado internacional mantêm-se aquecidos. Entretanto, não se cultiva melão no Nordeste durante o período chuvoso (fevereiro a maio).

Agregação de valor. O índice de perdas de frutos na colheita é elevado, estimando-se de 25 % a 30 % a quantidade inadequada ao mercado e que fica no campo, agravando problemas fitossanitários.

Em resumo, justificam-se ações de P&D nas áreas de melhoramento genético, de entomologia, de fitopatologia, de fertirrigação, de sistema de cultivo a céu aberto e protegido, de pós-colheita e de tecnologia de alimentos visando à comercialização de frutas cortadas (*fresh cuts*).

Referências

- ALMEIDA NETO, A. J. **Produção e qualidade de melão Cantaloupe influenciadas por coberturas do solo e lâminas de irrigação em solo argiloso** Mossoró, 2004. 57f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró.
- ALVES, R. E. (Org.). **Melão: pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43 p. (Frutas do Brasil, 10).
- ALVES, R. E.; SANTOS, F. J.; OLIVEIRA, V. H.; BRAGA SOBRINHO, R.; CRISÓSTOMO J. R.; SILVA NETO, R. M.; FREIRE, E. R.; FROTA, P. C. E. **Infra-estrutura básica, situação atual, necessidades de pesquisa agrícola e capacitação de mão-de-obra no Vale do Açu**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. 25 p.
- ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, A. S.; MACHADO, F. L. C.; BASTOS, M. S. R.; LIMA, M. A. C.; TERAPO, D.; SILVA, E. O.; SANTOS, E. C.; PEREIRA, M. E. C.; MIRANDA, M. R. A. Postharvest use of 1-MCP to extend storage life of melon in Brazil - current research status. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 3, n. 682, p. 2233-2238, 2005.
- ARRUDA, L. Melão espanhol some das feiras livres. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 13 out. 1999. p. 17.
- BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, R. N.; PEIXOTO, M. J. A.; MESQUITA, A. L. M.; South American cucurbit fruit fly-free area in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 6., 2002, Stellenbosch. **Proceedings...** Stellenbosch, South Africa: Arc Infruitec, 2002. p. 173-177.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. RNC. Brasília: Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, 2001. 27 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. **Melão**. Brasília, 2003. 12 p. (FrutiSéries, Ceará. Melão, 2).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças. In: DUARTE VILELA, P. M. M. A. (Org.). **Contribuições das câmeras setoriais e temáticas à formação de políticas públicas e privadas para o agronegócio**. Brasília, DF: Mapa/SE/GGAC, 2006. p. 70-85.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **SISLEGIS – Sistema de Legislação Agrícola Federal**. Portaria nº 150, 1º de dez. de 2003, 2 p. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>> Acesso em: 10 jan. 2007.
- CARDOSO, A. I. I. Melhoramento de hortaliças. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento**: Plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 293-325.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais**: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa-SPI: Embrapa-DPD, 1998. 710 p.
- COEX – Comitê de Fitossanidade do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.coex.com.br/arealivre.asp>>. Acesso em: 22 jan. 2007.

COSTA, F. de A.; MEDEIROS, J. F. de; NEGREIROS, M. Z. de; BEZERRA NETO, F.; QUEIRÓS PORTO, D. R. de; CHAVES, S. W. P.; DANTAS, K. N. Rendimento de melão Cantaloupe em diferentes coberturas de solo e lâminas de irrigação. **Caatinga**, v. 15, n. 1/2, p. 49-54, 2002.

CRISÓSTOMO, J. R. **Melhoramento do meloeiro para resistência a doenças e qualidade do fruto**. Fortaleza, 2000. 23p. Relatório final de projeto. Convênios: Embrapa Agroindústria Tropical/CNPq/Esam/Valefrutas.

CRISÓSTOMO, J. R.; CARDOSO, J. W.; SANTOS, A. A. dos; CARDOSO, J. E.; BLEICHER, E.; ROSSETI, A. G.; LIMA, R. N. de; FREITAS, J. G. **Desempenho de híbridos de melão amarelo no Ceará e no Rio Grande do Norte, no período 1999-2001** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003a. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 85).

CRISÓSTOMO, J. R. O agronegócio melão no Brasil e o desempenho de híbridos comerciais de melão no Ceará e no Rio Grande do Norte, no período 2000/2002. Fortaleza, 2003b. In: SEMINÁRIO APRESENTADO NO PACTO DE COOPERAÇÃO DA AGROPECUÁRIA CEARENSE, AGROPACTO.

DIAS, R. de C. S.; COSTA, N. D.; CERDAN, C.; SILVA, P. C. G. da; QUEIROZ, M. A. de; LEITE, L. A. de S.; OLIVEIRA, F. Z. de; PAULA PESSOA, P. F. A. de; TERAPO, D. A cadeia produtiva do melão no Nordeste. In: CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J. R. P. (Ed.). **Cadeias produtivas e sistemas naturais**: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa-SPI: Embrapa-DPD, 1998. p. 441-494.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Base de Dados Agrícolas de FAOSTAT**– Cultivos primários. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>> Acesso em: 15 jan. 2007.

FERNANDES, M. S. A fruticultura cresce. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul, 2006. p. 10-12.

GORGATTI NETO, A.; GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, G. F. G.; BORDIN, M. R. **Melão para exportação**: procedimento de colheita e pós-colheita. Brasília: Embrapa-SPI; Frupep, 1994. 37 p. (Frupep. Publicações Técnicas, 6).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados Agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=20>> Acesso em: 10 jan. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Por que não exportamos mais frutas? **IBRAF acontece**, v. 3, n. 13, p. 12, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

MAGALHÃES, J. S. B. **Melão**: produção e comercialização no Ceará. Fortaleza: Seagri, 2001. (Oportunidades de Mercado).

MAROTO, J. V. **Horticultura**: herbácea especial. Madrid: Mundi-Prensa, 1983. 533 p.

MEDEIROS, J. F. de; NASCIMENTO, I. B.; COSTA, M. da C.; SCALOPPI, E. J. Produção de melão sob diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 612-614, 2000. Suplemento.

MIGUEL, A. A. **Caracterização agrônômica de híbridos comerciais de melão amarelo (*Cucumis melo* L.) nas condições do litoral do Ceará** Fortaleza, 2001. 46f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.

MIRANDA, F. R.; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, v. 18, n. 4, p. 63-70, 1999.

NASCIMENTO, A. S.; MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Programa de monitoramento de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera - Tephritidae) e aspectos da sua biologia. 1988. In: SOUZA, H. M. L. de (Ed.). **Mosca-das-frutas no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 1, p. 54-63.

NEGREIROS, M. Z.; COSTA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LEITÃO, V. B. R. M. M.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 773-779, 2005.

NEVES, E. M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S. Análise da demanda por defensivos pela fruticultura brasileira, 1997-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 694-696, 2002.

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1997. 52 p.

SALDANHA, T. R. F. C. **Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado sob condições de diferentes tipos de coberturas do solo e lâminas de irrigação** Mossoró, 2004. 105f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; COSTA, E. F. Sucesso e insucesso no agronegócio nordestino. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 2, p. 276-297, 2006.

SANTOS, A. A.; CRISÓSTOMO, J. R.; CARDOSO, J. W. **Avaliação de híbridos de melão quanto às principais doenças nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2004. 14 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).

SEAGRI. Secretaria de Agricultura Irrigada. **Sistema de Informação Gerencial Agrícola (Siga)**. Disponível em: <<http://www.seagri.ce.gov.br/signa.htm>> Acesso em: 23 fev. 2007.

SILVA, J. G. **Biologia e comportamento de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Díptera - Tephritidae)**. São Paulo, 1991. 135f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências – USP.

SOUZA, F. das C. S. Do Sertão nordestino às mesas européias: a fruticultura potiguar insere-se no mercado global. In: SOUZA, F. das C. S. (Ed.). **Potencialidades e (in)sustentabilidade no Semi-Árido potiguar**. Natal: Ed. do Cefet – RN, 2005. p. 9-32.

Literatura recomendada

CRISÓSTOMO, J. R. **Melão: Agricultura Familiar na Chapada do Apodi, Ceará**. 2004. 1 fotografia.

McCREIGHT, J. D.; NERSON, H.; GRUMET, R. Melon (*Cucumis melo* L.) In: KALOO, G.; BERGH, B. **Genetic improvement of vegetable crops**. Pergamon Press, UK. 1993. p. 167-294.

PRADO, C. **Produção de melão no Semi-Árido brasileira** vista aérea da Fazenda Itaueira no Vale do Jaguaribe, Ceará. 2001. 1 fotografia.

VILELA, N. J.; MACEDO, M. M. C. Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. **Revista da Sociedade de Olericultura do Brasil** v. 189, n. 2, p. 88-94, 2000.

Capítulo 5

Pimentões e pimentas do gênero *Capsicum*

Cláudia Silva da Costa Ribeiro
Sabrina Isabel Costa de Carvalho
Carlos Alberto Lopes
Francisco José Becker Reifschneider

Com o descobrimento do Novo Mundo por navegadores portugueses e espanhóis, foram descobertas muitas plantas que hoje são cultivadas mundialmente. Entre elas, destacam-se as do gênero *Capsicum*, que já eram utilizadas pelos povos nativos por sua característica picante (ardida, pungente), em maior grau do que a pimenta-do-reino ou pimenta-negra, do gênero *Piper*, cuja busca foi uma das razões para as viagens rumo às Índias, que culminaram com o descobrimento do continente americano.

As rotas de navegação no período 1492-1600 permitiram que as espécies picantes e doces de pimentas viajassem o mundo. E o Brasil participou ativamente da disseminação dessas espécies, uma vez que algumas das principais rotas ligavam o Brasil (Bahia e Pernambuco) a Portugal e à costa africana de Angola. Por volta da metade do século 16, pimentas chamadas “de Pernambuco” eram conhecidas em Goa, na Índia, conforme documentos que atestam claramente a sua origem. Dessa forma as pimentas *Capsicum*, originárias do continente americano, foram eficientemente introduzidas na África, Europa e Ásia (REIFSCHNEIDER et al., 2000).

Em virtude de suas peculiaridades culinárias, frutos de pimentas e pimentões passaram a ser consumidos por povos de todas as origens, em quantidades crescentes e em usos os mais diversos, em especial em países como a Índia, a China, a Tailândia, a Coreia do Sul e o México, conhecidos por suas receitas picantes. Hoje, China e Índia cultivam, anualmente, cerca de 1,5 milhão de hectares de *Capsicum* (FAO, 2007a) e os tailandeses e os coreanos-do-sul, tidos como os maiores consumidores de pimenta do mundo, comem de 5 g/dia.pessoa a 8 g/dia.pessoa (REIFSCHNEIDER et al., 2000).

No Brasil, existe grande dificuldade de se obter dados estatísticos confiáveis sobre pimentão e pimenta porque a produção é dispersa e desorganizada.

No entanto, estimou-se que foram produzidas cerca de 348 mil toneladas de pimentão em, aproximadamente, 12 mil hectares no Brasil, em 2005, com base no censo agropecuário de 1996 (IBGE, 2007) e em dados de produção e área cultivada com pimentão de alguns estados da Federação, obtidos na Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Catil) de órgãos como: a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo; o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-PR); a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG); a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (Emater-DF) e a Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário (Agenciarrural). Entre os estados produtores, destacam-se São Paulo, Paraná e Minas Gerais que, juntos, são responsáveis por cerca de 50 % da produção de pimentões. Já as pimentas são cultivadas em todos os estados da Federação, principalmente Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, totalizando área estimada de 5 mil hectares e produção de cerca de 75 mil toneladas.

A domesticação das pimentas *Capsicum* conduziu a modificações da planta e, especialmente, dos frutos. Ao longo dos anos, o próprio produtor, para consumo próprio ou com fins comerciais, selecionou e conservou ampla diversidade de tipos por cor, tamanho, forma e intensidade do sabor picante. Os tipos Doces (não-picantes) também foram conhecidos precocemente. Fernández de Oviedo (1535), no capítulo VII do seu livro I, cita que existem tipos de pimenta que podem ser comidos crus, e não queimam (NUEZ; COSTA, 1996). Principal representante de *Capsicum* não-picante, o pimentão doce e carnudo, utilizado como hortaliça crua ou cozida, adquiriu importância na Espanha, Itália, França e Grécia, assim como em outros países da Europa Meridional durante o século 18 (NUEZ; COSTA, 1996). Atualmente, figura entre as dez mais importantes hortaliças no Brasil e no mundo. Assim como as pimentas, os pimentões podem ser consumidos frescos ou processados em diversas formas.

Não se sabe com precisão o período ou o local em que se iniciou o cultivo de pimentão em escala comercial no Brasil. Há registros de que as primeiras cultivares, introduzidas inicialmente em Mogi das Cruzes e Suzano, no Estado de São Paulo, eram de origem espanhola e pertenciam ao grupo Casca Dura (frutos cônicos). As primeiras cultivares brasileiras de pimentão surgiram a partir de seleções feitas em populações desses materiais. Até a década de 1960, as principais cultivares plantadas eram seleções feitas por agricultores, principalmente japoneses, que levavam em consideração o vigor da planta, com preferência por frutos graúdos e de formato cônico, com polpa espessa e firme. Normalmente, as novas cultivares recebiam o nome do produtor ('Casca Dura Ikeda') ou da localidade onde eram cultivadas ('Avelar', no Estado do Rio de Janeiro; 'São Carlos', no Estado de São Paulo) (RIBEIRO, 2000).

O uso das pimentas é bastante amplo. Talvez seja a mais eclética das hortaliças. Além do conhecido uso como condimento, tem significativo valor alimentar como fonte de vitaminas e é utilizada pela indústria farmacêutica na composição de pomadas para o tratamento de artrite, para dores musculares, para tratamento de herpes e ainda em anestésicos. As pimentas *Capsicum* são utilizadas na fabricação dos sprays e espumas de pimenta utilizadas pelo exército brasileiro e pela polícia de vários estados da Federação, como gás dispersante. Outro nicho de crescente interesse é o de pimentas ornamentais, que aliam a beleza do colorido e brilho dos frutos, com a possibilidade de se ter em casa um pé de pimenta para consumo (REIFSCHNEIDER et al., 2000).

Nos últimos 40 anos, o aumento do consumo das hortaliças pelos brasileiros, a ocorrência de grandes perdas de produção em função do ataque de doenças e pragas, a sazonalidade da produção e da oferta desse produto no mercado, principalmente em estados das regiões Sul e Sudeste do País, têm demandado a geração de novos conhecimentos e tecnologias que permitam o desenvolvimento do agronegócio brasileiro de *Capsicum*.

Desde a década de 1960, o pimentão tem sido foco de pesquisas no Brasil. Importante marco nesse tema foi o programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico (IAC), em Campinas, São Paulo, liderado pelo dr. Hiroshi Nagai, que foi orientado para atender às demandas do Estado de São Paulo, maior produtor e consumidor dessa hortaliça. Desse programa, foram derivadas diversas cultivares, como as da série Agronômico, que dominaram o mercado de pimentão por muitos anos (NAGAI, 1993). Essa série se notabilizou por ser resistente ao mosaico, doença causada por um vírus do gênero *Potyvirus*, que surgiu no Estado de São Paulo na década de 1960 e inviabilizou o cultivo de pimentão na região por alguns anos. Nesse mesmo período merecem destaque ainda os programas de melhoramento de pimentão na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, e na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) que, dentre outras atividades, foram responsáveis pela coleta e manutenção de grande número de genótipos de pimentas.

Outro marco histórico para a olericultura no Brasil se deu em 1981, com a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (Embrapa Hortaliças), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), quando foi estabelecido um programa multidisciplinar em *Capsicum*, orientado para o desenvolvimento de cultivares e de linhagens com resistência múltipla a doenças. Como resultado desse trabalho, foram liberadas linhagens que vêm sendo utilizadas tanto no Brasil como no exterior, a exemplo da ‘CNPH 148’, resistente à murcha-de-fitóftora (*Phytophthora capsici* Leonian), e da ‘CNPH 703’, padrão mundial de resistência estável e

durável à mancha-bacteriana causada pelo complexo *Xanthomonas* spp. (Doidge) Dye (REIFSCHNEIDER et al., 1998).

O sucesso do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças deve-se, principalmente, ao caráter multidisciplinar da equipe de pesquisadores que tem à sua disposição valiosa coleção de germoplasma de *Capsicum*. Esta coleção conta, atualmente, com cerca de 1.500 acessos entre cultivares de polinização aberta, híbridos, populações de genótipos cultivados, linhagens e genótipos silvestres. Possui ampla variabilidade quanto à coloração e formato do fruto, aroma, pungência e resistência a doenças, entre outras características de fruto e planta (CARVALHO et al., 2003).

O cultivo das pimentas ainda permanece nas mãos de pequenos produtores que atendem a mercados locais. Já para o pimentão, novas demandas marcaram as décadas de 1980 e 1990, em função principalmente da rápida adoção do cultivo protegido para a produção contínua de frutos de boa aparência, cada vez mais exigidos pelo mercado. O tipo de pimentão mais consumido no Brasil na década de 1980 era o de formato cônico e de coloração verde-escura. Cultivares do tipo quadrado restringiam-se às regiões Norte e Nordeste e ao Estado do Rio Grande do Sul. O cultivo protegido, sob estufas de plástico, iniciado na Região Sul possibilitou a produção durante o inverno (RIBEIRO; CRUZ, 2002). Diante da excepcional condição de produção apresentada, possibilitando cultivo durante todo o ano, a expansão desse tipo de estrutura aconteceu praticamente em toda a região Centro-Sul, sendo utilizada como proteção não só contra as baixas temperaturas, mas também contra intempéries (excesso de chuva e granizo) (RIBEIRO; CRUZ, 2002; HORA; GOTO, 2006).

Com o incremento do cultivo protegido de pimentão, houve procura por híbridos com produtividade e valor comercial que compensassem o alto investimento na nova infra-estrutura de produção. Inicialmente, as sementes foram importadas por empresas de sementes da Espanha, Itália e Holanda, onde o tipo predominante era o quadrado. Com a oferta crescente desses híbridos no mercado, foram observadas, na década de 1990, mudanças de hábito de consumo em parte dos consumidores brasileiros. As cultivares tradicionais foram substituídas por pimentões de sabor mais adocicado e de cores diferentes, como amarela, alaranjada, creme (ou marfim) e roxa (FNP, 1997). Entretanto, apesar da oferta desses híbridos coloridos, o seu consumo é ainda inexpressivo, cerca de 1 %, em função dos preços mais altos, se comparados com os de frutos verdes e vermelhos (maduros).

A partir da década de 1980, programas sólidos de melhoramento genético de pimentão no Brasil se limitaram à Embrapa Hortaliças, no setor público, e à

SakataSeed do Brasil Ltda. e à Horticerres¹, no setor privado. A Sakata/Agroflora lançou, em 1978, a cultivar Magda, de fruto cônico que, por sua produtividade, qualidade de fruto e resistência a doenças, ainda hoje é plantada por pequenos produtores. Em 1989, lançou também o híbrido Magali, aliando alta produtividade, resistência a doenças e frutos grandes (cônico alongado). Em 1995, essa mesma empresa lançou o híbrido Magali R, com resistência a viroses e, em 1998, o híbrido Martha, com resistência a viroses e à murcha-de-fitóftora.

O programa de melhoramento da Horticerres concentrou-se na resistência à murcha-de-fitóftora, que ainda hoje é considerada uma das principais doenças do pimentão, principalmente quando cultivado sob altas temperaturas. Quatro híbridos resistentes a essa doença foram lançados: Nacional, Atenas, Apolo e Hércules (RIBEIRO, 2000).

As atividades da Embrapa Hortaliças nesse período se concentraram no pré-melhoramento, etapa em que foram identificadas fontes de resistência a várias doenças, como murcha-de-fitóftora, murcha-bacteriana [*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al.] e oídio [*Oidiopsis taurica* (Arn.) Salmon]. Foram identificadas, também, fontes de resistência ao “Pepper Yellow Mosaic Virus” (PepYMV), vírus de alta agressividade que chegava a comprometer 100 % da produção em lavouras no Distrito Federal. Além disso, centenas de genótipos de *Capsicum* da coleção foram caracterizadas com base em 50 descritores internacionais (IPGRI, 1995).

Na década de 2000, os híbridos de formato retangular e de coloração verde e vermelha predominam no mercado. Estes apresentam frutos firmes de excelente qualidade, elevada produtividade, resistência a viroses e boa conservação pós-colheita.

Deve ser ressaltado que, em meados da década de 1990, o cultivo de pimentas e pimentões no Brasil passou a apresentar excelentes perspectivas de expansão, principalmente considerando-se os diferentes nichos de mercados que estavam surgindo. Os pimentões, além de serem consumidos frescos (em saladas, refogados, fritos e como tempero), passaram a ser processados em maior escala pela indústria de alimentos, na forma de páprica (corante natural ou condimento), molhos, conservas e geléias (RIBEIRO, 2000).

Com as recentes políticas nacionais e institucionais em relação à agricultura, que valorizam o desenvolvimento com sustentabilidade econômica, social e ambiental do agronegócio brasileiro, aliadas a demandas tradicionais por parte de empresas no setor privado, processadoras de pimentão e de pimentas,

¹ Em 1998, a SVS do Brasil Sementes Ltda., subsidiária da Seminis Vegetables Seeds, hoje subsidiária da empresa Monsanto S.A., comprou a marca Horticerres e a divisão de sementes de hortaliças.

foi necessário novo direcionamento ao programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. De 1995 a 2006, a instituição desenvolveu projetos de parceria técnica e financeira com empresas processadoras de *Capsicum* do setor privado, visando, principalmente, à obtenção de cultivares de pimentão para a produção de páprica e de pimenta do tipo Jalapeño para a produção de molhos líquidos. Essas cultivares são mais adaptadas às condições de cultivo do Brasil Central do que as cultivares usadas anteriormente, a maioria delas, importada. Os principais objetivos desses projetos foram a obtenção de cultivares mais produtivas em campo, resistentes a doenças (PepYMV e murcha-de-fitóftora) e com melhores características industriais (maior rendimento na indústria, coloração e pungência).

O aquecimento do mercado consumidor interno, alavancado pelo espetacular avanço no mercado de pimentão minimamente processado, e as possibilidades de exportação de pimentas aumentaram a demanda por informações de comercialização e mercado desses produtos, principalmente o externo. Em 2005, as importações mundiais alcançaram um volume de 465.466 toneladas de pimenta desidratada, com valor aproximado de US\$ 628,5 milhões (FAO, 2007b).

Seu alto valor econômico torna o agronegócio brasileiro de pimentão e pimentas *Capsicum* um dos mais atraentes do País, com mercado anual estimado em mais de R\$ 100 milhões². O processo de globalização da economia provocou aumento da concorrência e eliminação de setores ou segmentos sem condições de competir no mercado. No setor agrícola, a maior exigência de padrões de qualidade dos produtos demonstra ainda mais a necessidade de se assegurar competitividade por meio de aumento da produtividade e de inovação tecnológica, pela capacidade tanto de criar e manter mercado quanto de agregar valor à produção por meio do processamento de produtos agrícolas. O desenvolvimento de cultivares de *Capsicum* spp., mais produtivas e com características agrônômicas e industriais desejáveis atende, em parte, aos crescentes critérios de qualidade e preço exigidos pelos mercados, permitindo a competitividade desse agronegócio.

À medida que o mercado se globaliza, as pragas e doenças, infelizmente, seguem o mesmo caminho, mesmo com os esforços governamentais para garantir a eficácia das medidas quarentenárias. Assim, a ocorrência de doenças continua dificultando o cultivo de pimentas e pimentões e afetando a qualidade dos seus frutos. Dentre as mais recentes, o potyvirus “*Pepper Yellow Mosaic Virus*” (PepYMV) já é o mais importante patógeno na Região Centro-Oeste (LOPES; ÁVILA, 2003). Em 2004 foi descrita, pela primeira vez, a ocorrência de geminivírus em *Capsicum* no Brasil: em pimentão em São Paulo, e em pimenta Dedo-de-Moça em Goiás (FERREIRA et al., 2004).

² US\$ 56.625.141,56; valor dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.

A partir de 1998, o programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças teve impulso significativo com a formação de uma equipe multidisciplinar e interinstitucional para a realização do Projeto Uso da Diversidade Genética de Pimentas e Pimentão para o Desenvolvimento de Genótipos de Interesse do Agronegócio Brasileiro, financiado pelo Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologias Agropecuárias para o Brasil (Prodetab). Esse projeto foi executado com o apoio do Grupo Banco Mundial, que disponibilizou recursos para a aplicação em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e transferência de tecnologia agropecuária, florestal e agroindustrial. Esse projeto proporcionou o estabelecimento de parceria multidisciplinar envolvendo instituições de pesquisa, ensino e extensão, bem como o setor privado. Uma das ações prioritárias foi coletar genótipos silvestres de pimenta com risco de extinção em regiões da Mata Atlântica em processo de desmatamento. Foram também caracterizados morfológica e molecularmente e selecionados acessos de diferentes espécies de *Capsicum* com resistência múltipla a doenças e alta dissimilaridade genética, que constituem hoje as principais fontes de resistência para os programas de melhoramento da Embrapa.

Foi também empreendido esforço para o manejo adequado em pós-colheita, com ênfase em processamento e armazenamento, pois as agroindústrias de pequeno e médio portes ainda são carentes de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de controle de qualidade de produtos processados à base de pimentas e pimentão.

A partir dessa constatação, novo projeto foi aprovado pelo Prodetab, em 2003, Obtenção de novos genótipos, tecnologias e padrões de qualidade para a agregação de valor, sustentabilidade e desenvolvimento do agronegócio de pimentas *Capsicum* spp. no Brasil, sob a coordenação da Embrapa Agroindústria de Alimentos, com participação da Embrapa Hortaliças, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Embrapa Clima Temperado. Os principais objetivos desse projeto foram obter e disponibilizar genótipos de *Capsicum* spp. adaptados ao microempreendimento rural, definir padrões de qualidade de pimentas in natura e processadas, adequar parâmetros de processos e ferramentas de segurança alimentar para a pequena agroindústria, assim como adaptar equipamentos para a produção em pequena escala.

Em 2003, também foi aprovado, dentro do sistema competitivo da Embrapa, o Projeto Desenvolvimento de Cultivares de *Capsicum* de Interesse do Agronegócio Brasileiro, cujo principal objetivo foi a obtenção de populações e linhagens de *Capsicum* com características agronômicas e industriais desejáveis, permitindo a competitividade desse agronegócio.

Os principais resultados alcançados com esses projetos foram: a implementação e o fortalecimento de uma rede de P&D em *Capsicum*; o aumento da

competitividade do agronegócio da cultura; a disponibilização de populações e cultivares com resistência a doenças, com maior produtividade e qualidade dos frutos; a agregação de valor à produção; e a diminuição do uso de agrotóxicos.

O agronegócio de pimentas e pimentão é um dos melhores exemplos de agricultura familiar e de integração pequeno-agricultor – agroindústria. Pimentões e pimentas doces e picantes, em sua maioria, são cultivados em pequenas unidades familiares, mas com significativa contratação sazonal de mão-de-obra na colheita. Por isso, a cultura da pimenta enquadra-se muito bem na política de agricultura familiar, que tem sido muito incentivada pelo governo federal, por meio do Programa Nacional da Agricultura Familiar (Pronaf), da Secretaria do Desenvolvimento Agrário.

No entanto, as lavouras de pimenta apresentam baixa produtividade, além de os frutos serem de qualidade variável, manipulados e armazenados de forma inadequada. Existe demanda por parte dos pequenos produtores por novas cultivares, principalmente de pimentas dos tipos Malagueta, Dedo-de-Moça, De Cheiro e Jalapeño, as quais, além de serem suscetíveis às principais doenças da cultura, não são encontradas com facilidade no mercado de sementes.

Apesar de o mercado brasileiro de pimentas ser ainda pequeno em relação a outras hortaliças, novas perspectivas de mercado estão começando a favorecer essa cultura. O desenvolvimento de novos produtos processados à base de pimentas, em função da demanda de empresas processadoras, tem permitido a agregação de valores às pimentas. Além do mercado interno, parte da produção brasileira de pimentões e pimentas tem sido exportada fresca ou processada na forma de páprica, pasta, desidratada e em conservas ornamentais chamadas de *blends*.

Embora haja grande esforço em prol do desenvolvimento tecnológico das culturas em questão, o agronegócio *Capsicum* ainda encontra-se desorganizado no País. Infelizmente, boa parcela da população não tem se beneficiado adequadamente das informações e tecnologias geradas, muitas vezes restritas ao meio técnico-científico (SOUSA, 1988; TAGLIARI, 1994).

Em 2004 e 2006, a Embrapa Hortaliças e a Emater-DF organizaram o 1º e 2º *Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (Capsicum spp.)*, com a finalidade de diminuir o isolamento entre os segmentos envolvidos na cadeia produtiva de *Capsicum*, permitindo melhor fluxo das informações já existentes, assim como atendimento a suas demandas e necessidades. A articulação e a integração entre todos os segmentos da cadeia produtiva de *Capsicum* têm sido fortalecidas a partir de discussões sobre os problemas enfrentados, divulgação de tecnologias, conhecimento e identificação de oferta e demanda do mercado, novas oportunidades e tendências.

As publicações técnicas, como o livro *Capsicum: Pimentas e Pimentões no Brasil Doenças do Pimentão*; o *Catálogo de Pimentas do Brasil* e a página Web da Embrapa Hortaliças dedicada ao gênero *Capsicum* (www.cnph.embrapa.br/capsicum/index.htm) contribuíram significativamente para a difusão de tecnologias referentes ao assunto. Destaca-se, ainda, a efetiva participação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) que, em colaboração com a Universidade Federal de Viçosa, publicou dois números do *Informe Agropecuário* dedicados às pimentas, publicação que atinge grande número de pequenos produtores no Estado de Minas Gerais.

Na década de 2000, foram adotadas algumas políticas públicas participativas, como a criação de programas de Plataforma Tecnológica pelos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Ciência e Tecnologia, visando promover e apoiar a produção agropecuária, por meio da melhor organização do agronegócio de diferentes espécies tropicais, algumas com grande potencial de exploração pela agricultura familiar. Hoje, os Arranjos Produtivos Locais (APLs) estão substituindo os programas de Plataforma Tecnológica, pois se acredita que esta tem atuação limitada a determinado período (GUIDUCCI, 2006).

A implementação de APLs em algumas regiões do País onde se cultiva *Capsicum* há algum tempo, inclusive com produtores organizados em associações e cooperativas, pode conduzir à expansão sustentável do agronegócio. Acredita-se que o sucesso alcançado nessas comunidades levará à adoção de APLs em outras regiões do País, permitindo a organização e o crescimento do agronegócio *Capsicum* no Brasil.

Apesar da pouca organização da cadeia produtiva de *Capsicum*, observa-se que o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às condições de cultivo no País, principalmente aquelas com resistência a doenças e com melhores características para o processamento industrial, foram inovações rapidamente adotadas por produtores e processadores de pimentão e pimentas. Esses resultados foram possíveis em função da melhor integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva, tendo a Embrapa papel muito importante de articulação entre os diferentes atores. Atualmente, os gargalos da cadeia são identificados com maior eficiência e precisão, e as equipes multidisciplinares e interinstitucionais envolvidas buscam, num esforço único, a solução para os problemas observados. A parceria com empresas estaduais de extensão rural como a Emater (Distrito Federal, Minas Gerais e Rio Grande do Sul) e a Agenciarrural (Goiás) tem sido fundamental na difusão e adoção das tecnologias geradas.

Tem sido de grande importância nos projetos de pesquisa, a exploração dos recursos naturais do País. O Brasil figura como área de prioridade na coleta e caracterização de germoplasma de *Capsicum*, com grande variabilidade de

tipos varietais, inclusive espécies silvestres e semidomesticadas (CARVALHO et al., 2003; BIANCHETTI; CARVALHO, 2005). Além disso, o conhecimento e a organização do germoplasma existente é estratégico para a manutenção dos recursos naturais que correm risco de extinção, fundamental para que haja maior uso desses genótipos no desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas, de qualidade superior e resistentes a doenças (BIANCHETTI; CARVALHO, 2005).

Embora o avanço tecnológico tenha resultado em desenvolvimento econômico e social consideráveis, alguns efeitos negativos foram observados ao longo das décadas de 1990 e 2000, em especial a adoção maciça de cultivares híbridas de pimentão por parte dos produtores e o domínio do mercado de sementes por poucas e grandes empresas estrangeiras (RIBEIRO; CRUZ, 2000). Normalmente, as sementes híbridas são muito caras, o que restringe seu uso aos pequenos produtores. Adicionalmente, o uso de híbridos resulta em diminuição da variabilidade genética, que pode culminar na perda de genes que garantiriam a preservação da espécie.

Outra preocupação decorrente da incorporação de novas técnicas de cultivo é o uso intensivo da área de plantio. Na década de 1990, o cultivo protegido de pimentão começou a declinar em função de problemas decorrentes de plantios sucessivos dessa hortaliça, associados a ciclos mais longos da cultura (até 12 meses) sob condições ótimas que a estufa proporciona a insetos, ácaros e patógenos. Verificou-se menor longevidade dos cultivos, com conseqüente redução de produtividade em função do menor período de colheita (RIBEIRO; CRUZ, 2000; HORA; GOTO, 2006). Para fazer frente a esses desafios, encontram-se em fase de desenvolvimento e ajuste, em diferentes instituições de ensino e pesquisa no País, algumas tecnologias promissoras, como o uso de enxertia para o controle de doenças de solo, hidroponia, novas cultivares e solarização do solo.

A pesquisa agropecuária em instituições públicas depende, em grande parte, de recursos financeiros do governo federal, que têm se tornado cada vez mais escassos. Os projetos de pesquisas da Embrapa, por exemplo, concorrem entre si dentro de um sistema competitivo e o risco de descontinuidade é muito alto. A captação de recursos externos por meio de parcerias técnico-financeiras com empresas de setor privado é prática comum na Empresa; porém, amarras jurídicas das duas partes têm dificultado o trabalho conjunto, mesmo com a aprovação e regulamentação da Lei de Inovação Tecnológica (Lei nº 10.973³), que chegou trazendo esperanças de facilitar essa cooperação.

³ A Lei de Inovação Tecnológica (Lei nº 10.973) foi sancionada em 2 de dezembro de 2004 e o decreto de regulamentação foi assinado pelo presidente da república em 11 de outubro de 2005. Em seu artigo 1º, a lei estabelece “medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento industrial do país”.

As mudanças climáticas no planeta começam a mudar as linhas temáticas de novas propostas de projetos de pesquisa, principalmente visando ao desenvolvimento de cultivares mais tolerantes ao calor e ao déficit hídrico. Também deve ser dada ênfase à geração de novas tecnologias, que diminuam os efeitos de altas temperaturas sobre o desenvolvimento e a produção de material tropical, e que permitam a economia e o melhor aproveitamento da água em sistemas de produção agrícolas.

Em função de suas características nutracêuticas, e por serem fontes ricas em vitaminas, sais minerais e fibras, componentes importantes de uma dieta alimentar balanceada, o pimentão e as pimentas deverão ter aumento de consumo e, conseqüentemente, de produção.

Para que o agronegócio *Capsicum* se desenvolva com base nas inovações tecnológicas para atender a contento todos os nichos de mercado existentes, inclusive o mercado internacional, é importante que todos os segmentos da cadeia produtiva tenham maior integração entre si e consciência da importância do seu papel. Essa sensibilização deverá ser feita por meio de arranjos produtivos locais, eventos técnicos e melhor divulgação da cultura na mídia, com balanço mais adequado da trilogia PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação).

Como o mercado externo é muito exigente em qualidade, há grande carência de informações sobre manejo adequado da cultura, qualidade da matéria-prima, tipos varietais e cultivares mais adaptadas ao processamento. Ainda há escassez no mercado nacional, tanto de sementes de cultivares de pimentas comuns para o Brasil como de cultivares e de tipos que possam atender ao mercado externo. Em 2005, o volume das exportações brasileiras de pimentões e pimentas atingiu 9.222 t, no valor de US\$ 23.478 mil, posicionando-os como a segunda principal hortaliça exportada, ficando atrás apenas do melão (SECEX, 2006), o que representa contribuição de 13,5 % no valor total das exportações brasileiras de hortaliças.

Referências

- BIANCHETTI, L. de B.; CARVALHO, S. I. C. de. Subsídio à coleta de germoplasma de espécie de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanaceae). In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTE, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 355-385.
- CARVALHO, S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B.; HENZ, G. P. Germplasm collection of *Capsicum* spp. maintained by Embrapa Hortaliças (CNPH). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Turin, v. 22, p. 17-20, 2003.
- FERREIRA, G. B.; ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K. Occurrence of the begomovirus *Tomato severe rugose virus* in chilli pepper in Petrolina de Goiás. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 149-150, ago. 2004. Suplemento. Resumo.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Novas formas e cores ampliam o mercado (pimentão). **Agriannual**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 1997. p. 346-350.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAOSTAT. **Area harvest**: chillies and pepper green and chillies and pepper dry. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 18 jun. 2007(a).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAOSTAT. **Imports quantity and imports value** chillies and pepper dry. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 18 jun. 2007(b).

GUIDUCCI, R. do C. N. Organização de arranjos produtivos locais para o desenvolvimento regional. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (*Capsicum* spp.), 2.; MOSTRA NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 2., 2006, Brasília. **Palestras...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006.

HORA, R. C. da; GOTO, R. Cultivo protegido volta para ficar. **Agriannual 2006**: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 333-342, 2006.

INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. **Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.)**. Rome: IPGRI, 1995. 49 p.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Banco de Dados Agregados. **Tabela 523**: quantidade produzida por produtos da horticultura (pimentão) e grupo de atividade econômica. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2006.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. de. **Doenças do pimentão**: diagnose e controle. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 96 p.

NAGAI, H. Pimentão, pimenta-doce e pimentas. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, P. G. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo** Campinas: IAC, 1993. v. 1, p. 276-294.

INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S.; MONTE, D. C.; DUSI, A. N.; ÁVILA, A. C. de; VLUGT, R. A. A. van der. *Pepper yellow mosaic virus*, a new Potyvirus in sweetpepper, *Capsicum annuum*. **Archives of Virology**, New York, v. 147, p. 849-855, 2002.

NUEZ, F.; ORTEGA, R. G.; COSTA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies** Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 607 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pepper production and breeding in Brazil: present situation and prospects. **Capsicum Newsletter**, Turin, v. 17, p. 13-18, 1998.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimenta e pimentões no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

RIBEIRO, C. S. da C. Criando novas variedades. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimenta e pimentões no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 68-80.

RIBEIRO, C. S. da C.; CRUZ, D. M. R. Pimentão: tendências de mercado. **Cultivar HF**, Pelotas, v. 3, n. 14, p. 16-19, 2002.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. **Exportações brasileiras**: produtos hortícolas - 2000-2005. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 13 abr. 2006.

SOUSA, I. S. F. de. A importância do relacionamento pesquisa/extensão para a agropecuária. **Cadernos de Difusão de Tecnologia** Brasília, DF, v. 5, n. 1/3, p. 63-76, 1988.

TAGLIARI, P. S. **A articulação pesquisa/extensão rural na agricultura**. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 82 p.

Literatura recomendada

- ALLARD, R. N. **Princípios de melhoramento genético de plantas** Rio de Janeiro: Usaid, 1971. 381 p.
- AVILA, A. C.; LIMA, M. F.; REZENDE, R. O.; FERRAZ, E.; MARANHÃO, E. A.; CANDEIA, J. A.; COSTA, N. D. Identificação de tospovírus em hortaliças no Submédio São Francisco utilizando DAS-ELISA e DOT-ELISA. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, p. 503-508, 1996.
- BIANCHETTI, L. B. **Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de *Capsicum* (Solanaceae) ocorrentes no Brasil**. Brasília, DF, 1996. 174f. Tese (Mestrado) - Departamento de Botânica, Universidade de Brasília.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice *Capsicum***. Wallingford Oxon: Cabi, 1999. 204 p.
- BRITTON, G.; HORNERO-MENDEZ, D. Carotenoids and colour in fruit and vegetables. In: TOMAS-BARBERAN, F. A.; ROBINS, R. J. (Ed.). **Phytochemistry of fruit and vegetables** Oxford: Clarendon Press, 1997. p. 11-29.
- BUSO, G. S. C.; BRONDANI, R. V.; AMARAL, Z. P. de S.; REIS, A. M. M.; FERREIRA, M. E. **Desenvolvimento de primers *ssr* para análise genética de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) utilizando biblioteca genômica enriquecida** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 27 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa, 15).
- CULTIVO da pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, nov./dez. 2006, 108 p.
- CUPERTINO, F. P.; LIN, M. T.; MUNOZ, J. O. Perdas na produção do pimentão induzidas pelo vírus de vira-cabeça-do-tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, p. 397, 1984. Resumo.
- EMBRAPA. **A articulação institucional para difusão de tecnologia** Brasília, DF: Embrapa - DDT, 1981.
- FALCÃO, J. Termo de referência para a implantação de pólos de desenvolvimento nos estados da Amazônia Legal. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (*Capsicum* spp.), 2.; MOSTRA NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 2., 2006, Brasília. **Palestras...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Cenargen, 1998. 220 p.
- FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. **Plant genetic resources: an introduction to their conservation and use**. London: Edward Arnold, 1986. 146 p.
- GREEN, S. K.; KIM, J. S. **Characteristics and control of viruses infecting peppers** a literature review. Shanhuia: AVRDC, 1991. (AVRDC. Technical Bulletin, 18).
- HANCOCK, J. F. **Plant evolution and the origin of crop species** London: Prentice Hall, 1992. 305 p.
- HERTOG, M. G. L.; POPPEL, G. van; VERHOEVEN, D. Potentially anticarcinogenic secondary metabolites from fruit and vegetables. In: TOMAS-BARBERAN, F. A.; ROBINS, R. J. (Ed.). **Phytochemistry of fruit and vegetables** Oxford: Clarendon Press, 1997. p. 313-331.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. **Genetics resources of *Capsicum*: a global plan and action**. Rome: IBPGR, 1983. 49 p.

- INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. **ISO 7541**: ground (powdered) paprika: determination of total natural colouring matter content. Geneva, 1989.
- KELLY, J. D. Perspective of plant breeding in the next millenium. In: BORÉM, A.; GIUDICE, M. P.; SAKIYAMA, N. S. (Ed.). **Plant breeding in the turn of the millenium** Viçosa: UFV, 1999. 379 p.
- LIMA, M. F. B. F.; PEREIRA, W. Diagnóstico da produção técnico-científica sobre hortaliças das instituições de pesquisa no período 1980-1992. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, p. 6-10, 1995.
- LOPES, D. Valor nutricional. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimenta e pimentões no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 38-44.
- LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; BOITEUX, L. S. Search for resistance to bacterial wilt in a Brazilian *Capsicum* germplasm collection. In: ALLEN, C.; PRIOR, P.; HAYWARD, C. (Org.). **Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex**. Sant Paul-MN: APS Press, 2005. p. 247-251.
- MINGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MENDEZ, D. Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum* L.), paprika and oleoresin by reversed-phase HPLC. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 41, p. 1616-1620, 1993.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; AMARAL, D. S. S. L. Genetic diversity analysis of pepper: a comparison of discarding variables methods. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2003.
- REIFSCHNEIDER F. J. B.; CAFÉ-FILHO, A. C.; REGO, A. M. Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annuum*) to blight caused by *Phytophthora capsici* in screening trials. **Plant Pathology**, London, v. 35, p. 451-456, 1986.
- RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. R. Identification of sources of juvenile resistance in *Capsicum* spp. to *Phytophthora capsici*. **Capsicum Newsletter**, Turin, v. 16, p. 101, 1997.
- SILVA, F. T. Boas práticas de fabricação. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (*Capsicum* spp.), 2.; MOSTRA NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 2., 2006, Brasília. **Palestras...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006.
- SNOWDON, A. L. **A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables**. London: Wolfe Scientific, 1991. 416 p.
- SOMOS, A. **The paprika**. Budapest: Akademiai Kiado, 1984. 302 p.
- TRANI, P. E.; GROPPA, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 1, p. 19-24, 1997.

Capítulo 6

Produção e produtividade agrícola da cultura da mandioca no Brasil

Carlos Estevão Leite Cardoso
Domingo Haroldo Reinhardt
Luciano da Silva Souza
Wania Maria Gonçalves Fukuda
Alba Rejane Nunes Farias

O cultivo da mandioca *Manihot utilissima* Pohl (*Manihot esculenta* Crantz) está associado ao Brasil desde o seu descobrimento. Planta-se mandioca em todas as unidades da Federação e o produto tem destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizado como matéria-prima em inúmeros produtos industriais (CARDOSO, 2003).

Estima-se que a atividade mandioqueira tenha proporcionado, em 2005, uma receita bruta anual equivalente a 4,1 bilhões de reais¹ (IBGE, 2007). Apesar de ter ocorrido queda na produção, quando se comparam o início da década de 1970 e os anos recentes, a cultura não perdeu sua importância na demanda de mão-de-obra, principalmente nas regiões de agricultura tradicional. Considerando a fase de produção primária e o processamento de farinha e de fécula, estima-se que são gerados, no Brasil, um milhão de empregos diretos nas fases de produção de matéria-prima e processamento (CARDOSO; LEAL, 1999).

No Brasil, há consenso de que os investimentos em pesquisa não têm sido proporcionais à importância, sobretudo social, desempenhada pela mandiocultura nacional. As alterações na produção têm sido determinadas, ao menos em termos agregados, pelas variações na área plantada. Nesse nível de análise, o padrão de produtividade da cultura da mandioca pouco tem se alterado nos últimos anos. Porém, no âmbito regional pode-se observar alterações importantes.

¹ US\$ 2.321.630,80; valor do dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766

Caracterização do sistema produtivo²

A mandioca tem grande número de usos correntes e potenciais, classificados, segundo o tipo de raiz, em duas grandes categorias: mandioca de mesa e mandioca para a indústria. Independentemente do uso, o sistema produtivo da cadeia de mandioca, apesar da grande diversidade, apresenta três tipologias básicas, de acordo com Cardoso e Gameiro (2006): a unidade doméstica, a unidade familiar e a unidade empresarial. Essas tipologias levam em consideração as interconexões entre a origem da mão-de-obra, o nível tecnológico, a participação no mercado e o grau de intensidade do uso de capital na exploração.

A unidade doméstica é caracterizada por empregar mão-de-obra familiar, não utilizar tecnologias modernas, pouco participar do mercado e dispor de capital de exploração de baixa intensidade. A unidade familiar, ao contrário, já adota algumas tecnologias modernas, tem participação significativa no mercado e dispõe de capital de exploração em nível mais elevado que a primeira. A contratação de mão-de-obra de terceiros e o grau de intensidade do uso de capital de exploração são características marcantes da unidade empresarial; o nível tecnológico e de participação no mercado são semelhantes aos das unidades do tipo familiar. As duas últimas unidades respondem pela maior parte da produção de raízes no Brasil.

Nos estados do Centro-Sul do País, comparativamente aos demais estados brasileiros, as unidades do tipo familiar e empresarial se confundem ainda mais, pois, mesmo nas unidades que utilizam mão-de-obra predominantemente de terceiros (unidade empresarial), a relação (que apresenta as mais variadas características) entre empresário e assalariado é estabelecida mediante cessão de áreas dentro das propriedades dos empresários, que são administradas por famílias às vezes não-proprietárias de terras. Assim, as características das unidades familiares e empresariais são bastante semelhantes.

Esses sistemas estão presentes tanto na subcadeia da mandioca de mesa como na da mandioca para indústria. Na primeira, há predominância da unidade familiar, enquanto na cadeia da mandioca para indústria predominam a unidade familiar e a unidade empresarial. A unidade doméstica, em virtude de só participar do mercado esporadicamente, vem perdendo importância na produção de mandioca de mesa voltada para o mercado e também no fornecimento de raiz para a produção de farinha e fécula. Essa situação

² Este item está baseado em Cardoso e Gameiro (2006).

decorre da nova configuração desses mercados, que exige, cada vez mais, estabilidade de preço e qualidade do produto final, graças às relações estabelecidas entre os processadores e os diversos segmentos varejistas e até mesmo com o mercado institucional. A produção da unidade doméstica tende a se manter importante como elemento estratégico no fornecimento de carboidratos para a população rural de menor renda, explorando, assim, mercados regionais de menor expressão. Características semelhantes às observadas nos sistemas presentes nas unidades domésticas identificam-se nos sistemas de subsistência e naqueles usados para aberturas de áreas de fronteira agrícola.

São as características das unidades familiar e empresarial que permitem a tipificação das duas subcadeias dentro da cadeia da mandioca: a produção de mandioca de mesa e a de mandioca para a indústria. Em ambos os casos, parte-se de uma matéria-prima como base (raiz), chegando-se a vários produtos que dependem do nível de processamento empregado. Ressalta-se, entretanto, que essa subdivisão tem caráter didático e parece ser mais adequada para atender às imposições da demanda. A produção de mandioca de mesa, por exemplo, tende a ganhar, cada vez mais, características específicas para responder aos pré-requisitos das indústrias de congelados. Não há mais espaço para a produção de raízes que a priori, possam ser destinadas para as indústrias de fécula ou farinha e apenas esporadicamente sejam utilizadas para fins culinários. A produção de raiz para atender às indústrias necessita ganhar eficiência, com produção em escala, e alongar o período de safra.

Produção e produtividade agrícola

A maior parte dessa cultura tem sido plantada de forma extensiva em solos marginais de baixa fertilidade e por pequenos produtores com difícil acesso a insumos agrícolas modernos e, além disso, afetados, freqüentemente, pela oscilação da oferta e pelos preços baixos e instáveis da raiz e da farinha. Nesse contexto, a produção brasileira de mandioca não experimentou, recentemente, aumento significativo; e mesmo a área colhida diminuiu ligeiramente ao longo das últimas décadas.

O País ocupa o segundo lugar na produção mundial, desde 1991, quando a primeira posição foi assumida pela Nigéria, país com produtividade mais baixa que a do Brasil. Após um período de pequenas mudanças, a produtividade média de mandioca mostrou pequeno aumento nos anos recentes, alcançando um nível de 13,6 t/ha em 2005 (IBGE, 2007), considerado ainda baixo.

A produtividade tem sido mais elevada (em torno de 20 t/ha) nas regiões nas quais a produção da mandioca apresenta característica empresarial, especialmente quando a maior parte da matéria-prima é para atender às grandes indústrias produtoras de fécula de mandioca (amido), situadas nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

Mesmo no âmbito da agricultura da família, há exemplos que demonstram ser possível incrementar a produtividade média, como consequência do uso das tecnologias disponíveis, complementadas pela assistência técnica e o apoio financeiro. Recentemente, na região do Baixo Sul da Bahia (Município de Presidente Tancredo Neves e arredores), os pequenos produtores aumentaram a produtividade média de menos de 10 t/ha para mais de 25 t/ha em plantio de dois ciclos (cerca de 18 meses), por causa da intensa transferência de tecnologias (cultivares melhoradas, material de plantio de qualidade e práticas culturais adequadas) do Centro Nacional de Mandioca e Fruticultura (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com o apoio de parceiros como a Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves (Coopatan), a Casa Familiar Rural, o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA).

Apesar de os dados estatísticos agregados mencionados acima não se apresentarem favoráveis, algumas mudanças positivas no agronegócio da mandioca no Brasil podem ser registradas, resultando em crescente demanda para a transferência de tecnologia do Brasil para outros países, especialmente para a África e a América Latina.

A atividade mandioqueira, até então tradicional e de subsistência, adquiriu status empresarial, com ênfase na produção de fécula de mandioca (amido), que no período de 1990 a 2006 cresceu a uma taxa anual de 8,3 %, passando de 170 para mais de 616 mil toneladas de fécula por ano (Fig. 1).

Nas últimas quatro décadas, a produção de mandioca no Brasil tem oscilado entre 17,6 milhões de toneladas e 30,2 milhões de toneladas. Nesse período, as variações na produção têm sido ditadas pelas alterações na área plantada. Todavia, analisando-se o período mais recente, por exemplo, de 1980 a 2005³, considerando-se os dados desagregados por regiões fisiográficas, podem-se constatar mudanças no comportamento das variáveis área, produção e rendimento.

No período de 1980 a 2005, a produção de mandioca decresceu no País e nas regiões Nordeste e Sudeste (Tabela 1). Nas regiões Norte e Centro-Oeste, o crescimento na área colhida explica a maior parte do aumento registrado na

³ A escolha do período (1980 a 2005) está associado à ampliação do parque agroindustrial de mandioca, determinado pela produção de fécula de mandioca. Alves e Vedovoto (2003) constataram que, a partir da década de 1980, foram instaladas em torno de 78 % das novas unidades processadoras de fécula de mandioca no Brasil.

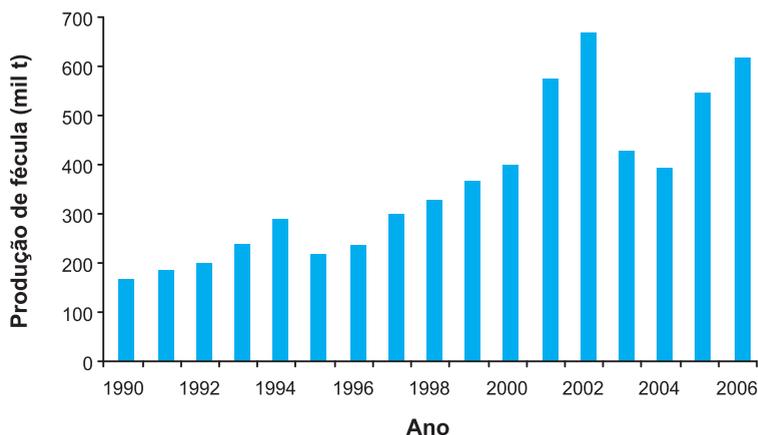


Fig. 1. Produção de fécula de mandioca no Brasil, no período de 1990 a 2006.

Fonte: Abam (2007).

Tabela 1. Taxa de crescimento da área, produção e produtividade de mandioca nas regiões fisiográficas e no Brasil, no período de 1980 a 2005.

Regiões fisiográficas e Brasil	Variáveis	Taxa de crescimento ao ano (%)
Norte	Área	3,14
	Produção	3,57
	Produtividade	0,37
Nordeste	Área	-2,48
	Produção	-2,34
	Produtividade	0,30
Sudeste	Área	-1,72
	Produção	-0,99
	Produtividade	0,41
Sul	Área	-0,13
	Produção	1,12
	Produtividade	1,19
Centro-Oeste	Área	1,06
	Produção	1,17
	Produtividade	0,15
Brasil	Área	-0,73
	Produção	-0,17
	Produtividade	0,65

Fonte: Dados básicos IBGE (vários anos).

produção. Merece destaque o comportamento observado na Região Sul, onde o aumento na produção foi totalmente explicado pelos ganhos de produtividade. No período analisado, a produtividade média naquela região passou de 13,9 t/ha para 17,6 t/ha, numa taxa de crescimento de 1,19 % ao ano (Tabela 1). Nesse período, registrou-se, embora modesto, ganho de produtividade no Brasil e em todas as regiões fisiográficas (Fig. 2).

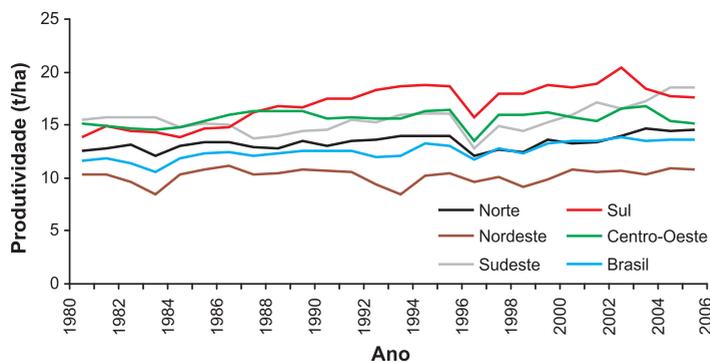


Fig. 2. Produtividade (t/ha) de mandioca nas regiões fisiográficas e no Brasil (1980 a 2005).

Fonte: Dados do IBGE (vários anos).

O aumento da produção nas regiões Sul e Centro-Oeste, acompanhado de ganhos de produtividade na Região Sul, foi uma resposta à crescente demanda⁴ de matéria-prima determinada pela instalação das novas unidades de processamento de fécula de mandioca que, para competir no mercado de amido, exige regularidade e preços baixos para a matéria-prima, conseguidos via aumento da escala de processamento e investimentos em inovação tecnológica.

Principais inovações tecnológicas e organizacionais

Estudos conduzidos por Cardoso (2003) revelaram que os determinantes da trajetória tecnológica seguida pela cadeia da mandioca foram resultantes de uma série de fatores que interagiram mutuamente. Entre esses fatores, destacam-se:

- As características intrínsecas da cultura, que lhe conferem rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de solo, de clima e até ao ataque de pragas e doenças. Isso implica dizer que a demanda por tecnologia ainda é

⁴ As regiões Sul e Sudeste responderam, em 2006, por mais de 87 % da produção de fécula de mandioca no Brasil, segundo a Abam (2007).

baixa, sobretudo, nas regiões em que os sistemas de produção tradicionais atendem à demanda de mercado.

- b) A possibilidade de utilizar fatores de produção de baixo custo de oportunidade que, de certa forma, decorrem das características intrínsecas (rusticidade e adaptabilidade), não induzem à geração de tecnologias, por exemplo, que reduzam os custos de produção, isto é, a dotação de recursos não constitui fator limitante na maioria dos centros de produção onde a demanda se encontra deprimida.
- c) O baixo grau de apropriação dos retornos dos investimentos em geração de tecnologia, que não estimulam a convergência de interesses entre as iniciativas públicas e as privadas.
- d) O fato de a mandioca ser uma cultura em que a quantidade de pesquisa gerada é relativamente baixa (comparada com outros produtos) não permite que haja avanços na fronteira tecnológica. As peculiaridades regionais também inibem a possibilidade de se extrapolar resultados de pesquisa obtidos em outras regiões mais evoluídas em termos tecnológicos. Por conta disso, o grau de cumulatividade do processo de inovação é baixo.
- e) Os limites impostos pelo paradigma tecnológico vigente, os quais, certamente, restringiram as oportunidades de inovação e frearam os avanços na fronteira tecnológica.
- f) O nível de demanda interna de mandioca e derivados que ainda vem sendo atendido por uma oferta praticamente associada aos sistemas de produção tradicionais. O crescimento da demanda não foi suficiente para estimular a mudança técnica por meio do efeito nos preços dos produtos. Adicione-se a isso o fato de os produtos não contribuírem diretamente, de forma relevante, para a composição dos índices de inflação.
- g) A inexistência de grupos de interesse vinculados ao setor mandioqueiro (produtores, sindicatos, associações, etc.) que se organizassem para pressionar as estruturas político-administrativas, tomadoras de decisão, quanto ao direcionamento da pesquisa agrícola.
- h) A histórica falta de interesse do governo brasileiro em transformar o País em participante ativo no mercado internacional de mandioca. Aliado a isso, havia um mercado externo relativamente pequeno e dominado por empresas oriundas dos próprios países importadores que se instalaram na Ásia e eram beneficiadas pelas conhecidas políticas protecionistas existentes na Europa.

A despeito dos fatores relacionados, que sugerem existir considerável defasagem tecnológica na cadeia da mandioca, há importantes inovações tecnológicas e organizacionais a serem registradas.

O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) vem dando significativa contribuição ao desenvolvimento da cadeia agroindustrial da mandioca, gerando, adaptando e transferindo tecnologias tanto para os agricultores familiares de subsistência quanto para os empresariais. Para os agricultores familiares, o nível de adoção de tecnologia foi melhorado pelo uso da metodologia de pesquisa participativa, especialmente nas fases finais do processo de melhoramento genético (FUKUDA et al., 2006a). Grande número de novas cultivares foram desenvolvidas, avaliadas, recomendadas e incorporadas aos sistemas de produção da mandioca por todo o País, com características adaptativas a distintos ecossistemas, incluindo as condições de resistência à seca para a região Semi-Árida; resistência a diversas doenças (podridão-de-raiz – *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., bacterioses, micoplasma, etc.) e pragas (ácaros.); maior precocidade; e resistência a períodos mais longos de armazenamento no solo, permitindo alongar o período de colheita, facilitando a oferta de raízes para a indústria e melhorando a qualidade das raízes para o consumo fresco (cozida ou frita) e para o processamento de farinha ou amido (FUKUDA et al., 2006b).

No que diz respeito à podridão-radicular, identificaram-se cultivares resistentes como IM-175 (Mãe Joana), IM-158 (Zolhudinha) e IM-186 (Amazonas-Embrapa-8) que, associadas a práticas culturais eficientes (cultivo em camalhão com o plantio das manivas em posição vertical, em rotação de culturas com milho – *Zea mays* L. ou arroz – *Oryza sativa* L., em áreas altamente infestadas), permitiram o controle da doença em condições de várzea amazônica. O uso dessa tecnologia representou aumento de produção de até três vezes, quando comparada com a cultivar local utilizada pelo produtor (SOUZA et al., 1993). Ainda em relação à podridão-radicular, ‘BRS Kiriris’ viabilizou o cultivo da mandioca em regiões altamente infestadas por podridão e, nas condições do Estado de Sergipe, apresentou produtividade de raízes, aos 12 meses de idade, de 33,8 t/ha, contra 21,6 t/ha da cultivar local (FUKUDA et al., 2006c).

Recentemente, novas cultivares, com raízes amarelas, ricas em betacaroteno, foram liberadas para consumo fresco (FUKUDA; PEREIRA, 2005, 2006; FUKUDA et al., 2006d). Cultivares que apresentam alto rendimento de raízes, com formato mais uniforme e com melhor arquitetura de planta, são preferidas para uso em grande escala, facilitando a mecanização parcial ou total de algumas práticas culturais, tais como plantio e controle de plantas daninhas. Exemplo de algumas cultivares lançadas pelo SNPA pode ser observado na Tabela 2.

Os produtores de mandioca, sobretudo os de pequeno porte, têm sido beneficiados pela aplicação de práticas culturais que demandam pouco ou nenhum custo adicional, tais como a seleção de material de plantio; o sistema de plantio em fileiras duplas, que permite aumentar a renda e a segurança alimentar em decorrência do plantio de culturas de ciclo curto (feijões – *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.), milho, amendoim –

Tabela 2. Algumas cultivares de mandioca lançadas/recomendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária.

Região	Ecossistema	Instituição⁽¹⁾	Cultivar
Norte	Trópico Úmido	CPAA/Amazonas	IM-158 (Zolhudinha); IM-175; Amazonas Embrapa-8; IM-186 (Mãe Joana); BRS Purus
		CPATU/Pará	Flor de Boi; IM-186; Chapéu de Sol; Tapioqueira, Peruana
		CPAF/Amapá	Jurarã; IM-158 (Zolhudinha); IM-186 (Mãe Joana)
		CPAF/Acre	Araçá; Parati
Nordeste	Cocais	Empa/Maranhão	Goela de Jacu; Rebenta Burro, Carga de Burro
	Subúmido	CNPMF/Bahia	Mmex 59; Fio de ouro; Manteiga; Saracura; Abacate; Maragogipe; Casca roxa; Paraguai; BRS-Rosada; Jussara; Valença; Caetité; Catulina; Bibiana; Crioula; Mestiça; Aipim Brasil; BRS-Dourada; BRS-Gema de ovo
		CPATC/Sergipe e CNPMF/Bahia	BRS-Jari; BRS-Poti Branca
		CNPMF/Bahia	Salamandra; Tianguá; Ubajara; Ibiapaba
	Semi-Árido	CNPMF/Bahia	Formosa; Arari; Mani branca; BRS-Aramaris; BRS-Kiriris; BRS-Prata; BRS-Mulatinha; Rosa; Amansa burro
	Litoral	Epacé/Ceará	Jaburu
	Semi-Árido	IPA/Pernambuco	Cariri
	Zona da Mata		Verdinha; Olho Verde
Centro-Oeste	Cerrados	CPAC/Brasília	IAC 12-829; IAC-24-2; IAC-7-127; EAB-653; EAB-81; EAB-670; EAB-675; Sonora; IAC-21-2; IAC-352-6; IAC-352-7

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Região	Ecossistema	Instituição ⁽¹⁾	Cultivar
Sudeste		IAC/São Paulo	IAC-12-829; IAC-576-70; Branca de Santa Catarina; Mico; Fibra; IAC-24-2; IAC-14-18; IAC-X-352-7; IAC-59-210
		Emcapa/Espírito Santo	Arizoinha Preta; Veada; Unha; Sutinga; Mangue Mirim; Manjari; Cacau; Ovo; Amarela; Casca roxa; Sinhá Está na Mesa; Pão do Chile; São Pedro Mirim Pampas; Chagas; Aipim Parailba
Sul	Subtrópico	Iapar/Paraná	Fibra; Olho Junto; Fécula Branca; Mico; IAC-13; IAC-14; Branca de Santa Catarina; Vassorinha; Sc-2; Pioneira; Espeto; Taquari; MS 84-31
		Empasc/Santa Catarina	Mico; Mandim Branca; Aipim Gigante; Machado; Fitinha
		Ipagro/Rio Grande do Sul	Taquari; Pernambuco

⁽¹⁾ CPAA – Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Embrapa Amazônia Ocidental); CPATU – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Embrapa Amazônia Oriental); CPAF – Centro de Pesquisa Agroflorestal (Embrapa Acre ou Embrapa Amapá); Emapa – Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária; CNPMF – Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical); CPATC – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (Embrapa Tabuleiros Costeiros); Epace – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará; IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária; CPAC – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados); IAC – Instituto Agronômico; Emcapa – Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; Iapar – Instituto Agronômico do Paraná; Empasc – Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A.; Ipagro – Instituto de Pesquisas Agronômicas.

Fonte: Souza et al. (1993) e Fukuda (2006a).

Arachis hypogaea L., etc.) entre as fileiras da mandioca; a definição dos períodos críticos de competição de plantas daninhas (primeiros 100 dias após o plantio) e de estresse hídrico (30 dias a 150 dias após o plantio), que permitiram reduzir os custos do controle do inço e selecionar as melhores épocas de plantio, conforme apresentado na Tabela 3 (CARVALHO et al., 2006; MATTOS, 2006).

Conforme Souza et al. (1993):

[...] os resultados obtidos em vários estados revelaram maiores respostas da mandioca a fósforo e menores ou nulas para potássio e nitrogênio; respostas a potássio tornam-se evidentes em áreas submetidas a cultivos sucessivos de mandioca, enquanto que respostas a nitrogênio foram observadas nas areias quartzosas de Santa Catarina. Geralmente não têm sido constatadas respostas à calagem; quando necessária, a calagem deve ser feita com o objetivo principal de fornecer cálcio e magnésio à planta, já que a mandioca tolera a acidez do solo. Quanto aos micronutrientes, a aplicação de zinco é importante em solos do Cerrado, e de zinco e manganês em algumas regiões litorâneas do Nordeste, onde se tem observado severas deficiências. Tais resultados têm embasado a elaboração de tabelas de recomendação de adubação para a mandioca, com base na análise do solo, específicas para cada estado/região.

O controle biológico do mandarová *Erinnyis ello* L., principal praga da mandioca, usando *Baculovirus erinnyis* (granulovírus de *E. ello*), e da mosca-branca *Aleurothrixus aepim* Goeldi, empregando o fungo *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries, tem sido útil tanto para os agricultores que plantam áreas maiores quanto para os pequenos agricultores familiares (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

Outras contribuições relevantes foram aquelas dirigidas para a diversificação de produtos derivados da mandioca e para a melhoria da qualidade, visando ao acesso e à expansão do mercado, e ao aumento da renda dos agricultores. Merecem destaque as recomendações técnicas referentes à adição da fécula de mandioca à farinha de trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) (EL-DASH et al., 1994), importante produto usado na fabricação de pão, no qual o Brasil apresenta dependência externa, significando expressiva evasão de divisas. Merece destaque, também, a produção de beijos coloridos de mandioca obtidos com a adição de sucos de frutas e vegetais, os quais vêm sendo bem-aceitos pelos produtores e pelos consumidores, especialmente da Região Nordeste do Brasil (Fig. 3).

A partir do processo de modificação físico-química da fécula, dando origem aos amidos modificados, considera-se importante inovação a inserção da fécula de mandioca em mercado antes cativo ao amido de milho, o que vem dinamizando a cadeia da mandioca, sobretudo de fécula.

Tabela 3. Épocas de plantio recomendadas para determinados estados/regiões do Brasil.

Estado/Região	Época de plantio
Amazônia	ano todo
Amazônia (Várzea)	agosto a setembro
Nordeste (Tabuleiros Costeiros)	abril a maio
Maranhão	dezembro a janeiro
Piauí	janeiro a fevereiro
Ceará	janeiro a março
Rio Grande do Norte	fevereiro a março
Paraíba	março a abril
Alagoas	maio a junho
Pernambuco	maio a junho
Sergipe	maio a junho
Bahia (Recôncavo)	abril a junho
Bahia (Barreiras e Semi-Árido)	outubro a dezembro
Goiás	outubro a março
Mato Grosso	outubro a fevereiro
Mato Grosso do Sul	outubro a fevereiro
Minas Gerais (Cerrado)	outubro a dezembro
Minas Gerais (Zona da Mata)	junho a dezembro
Espírito Santo	outubro a março
Rio de Janeiro	março a julho
São Paulo	maio a julho
Paraná	setembro a dezembro
Santa Catarina (Alto Vale Itajaí)	agosto a novembro
Santa Catarina (Médio e Baixo Vale Itajaí e Litoral)	julho a outubro
Rio Grande do Sul	setembro a novembro

Fonte: Souza et al. (1993).

Apesar de algumas limitações técnicas ainda existentes no processo de produção do polvilho azedo, o pão de queijo deixou de ser produto regional para se tornar produto nacional, presente nos mais diferentes pontos de vendas (lanchonetes, restaurantes, casas de chás, supermercados, padarias, etc.) e comercializado nas mais diferentes formas (pão de queijo pronto para

Fotos: Joselito da Silva Motta



Fig. 3. Beijus coloridos com sucos de frutas e vegetais.

ser consumido, refrigerado, congelado, massa para pão de queijo, etc.) e sabores (alho, cebola, etc.). Como consequência do incremento nesse mercado, verificou-se mudança também na sua tradicional receita; em alguns casos, o polvilho azedo tem sido substituído pela fécula e por amidos modificados (pré-gelatinizados). Isso significa dizer que se ampliam as oportunidades de mercado desses dois últimos insumos, uma vez que é muito provável que a tendência de crescimento se mantenha. A substituição do polvilho azedo em alguns processos, além da vantagem de melhorar a qualidade microbiológica do produto final, reduz o custo de produção (CARDOSO, 2003).

A tapioca (produto à base de fécula), que também até pouco tempo só se encontrava nas regiões Norte e Nordeste, sofisticou-se e invadiu os restaurantes mais requintados e as redes de fast food, e até bufês, que servem o prato em festas, mesmo na cidade de São Paulo (CARDOSO, 2003).

No caso da mandioca de mesa (aipim, macaxeira ou mandioca-mansa), registra-se a adoção de diversas formas de processamento que têm reduzido a deterioração pós-colheita e, conseqüentemente, ampliado o consumo. As principais formas de processamento são: minimamente processadas, resfriadas e congeladas, pré-cozidas e congeladas e esterilizadas e fritas (chips) (CEREDA, 2005).

O uso integral dessa planta extremamente versátil, rica em carboidratos nas suas raízes e em proteína em suas folhas, foi importante para estimular muitos agricultores espalhados pelo País a incluí-la na alimentação animal. Resultados recentes, obtidos pela Embrapa, no Estado da Bahia, mostraram o potencial de diversas cultivares da mandioca para a produção de biomassa (acima de 120 t/ha.ano, em quatro colheitas), além de alguma produção de raiz, abrindo perspectivas para a sua industrialização como ingredientes desidratados ricos

em proteína e em fibras, para utilização como ração animal, permitindo aumentar a renda dos agricultores.

Embora ainda não se verifique em toda a cadeia de fécula de mandioca, é importante reconhecer que, no que diz respeito às inovações organizacionais, a adoção dos contratos de fornecimento de matéria-prima estabelecido entre agricultores e unidades de processamento de fécula tem influenciado o desenvolvimento da mandiocultura nacional.

É oportuno destacar que, até então, os contratos só contemplam preço mínimo, não havendo definição de preço máximo. Em épocas de crise de oferta de matéria-prima estabelece-se uma guerra de preços entre as indústrias e há fortes estímulos à quebra de contratos. De qualquer forma, é importante insistir que a cadeia está buscando formas mais harmoniosas de relacionamento, apesar de ainda acontecer a quebra de contratos, tanto por parte de produtores como de feculeiros. Essa situação reprime os avanços no processo, uma vez que reduz a sua credibilidade.

Determinado por essa nova forma de relacionamento (contratos) entre produtores e unidades de processamento, generalizou-se, na cadeia de fécula, a aquisição de matéria-prima baseada em critérios que valorizam a qualidade quanto ao teor de amido nas raízes. Mesmo para as unidades de processamento de farinha, situadas sobretudo nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Santa Catarina, é pouco provável que a aquisição de matéria-prima não seja baseada no teor de matéria seca.

É importante destacar, conforme argumenta Cardoso (2003), que não há consenso quanto à forma de remunerar a matéria-prima de melhor desempenho industrial. A falta de consenso decorre da impossibilidade de os produtores estimarem o teor de matéria seca, uma vez que, a eles, só é possível estimar a produção em toneladas. Há também controvérsias quanto ao método utilizado para determinar o teor de amido.

O método da balança hidrostática, conforme Grossmann e Freitas (1950), citado por Conceição (1989), pode ser utilizado para estimar, no campo, os teores de matéria seca e amido em raízes de mandioca. Trata-se de um método bastante utilizado na Europa para a determinação de amido em batata. Foi popularizado no Brasil para ser utilizado nas etapas iniciais do processo de melhoramento genético, visando selecionar grande número de cultivares de mandioca (*screening*). Posteriormente, foi adotado por algumas fecularias brasileiras para a avaliação do teor de amido. Recentemente, observa-se o incremento de seu uso e, mesmo com as restrições apontadas, decorrentes, na maioria das vezes, da forma de implementação do processo, foi uma importante inovação incorporada à cadeia.

Desafios tecnológicos e organizacionais⁵

Apesar dos avanços, há desafios a serem enfrentados, alguns mais relacionados ao processo de transferência do que à geração de tecnologia em si. Os principais desafios estão associados aos aspectos comentados a seguir:

O insuficiente nível de adoção das tecnologias geradas (armazenamento do material de plantio, decorrente do descasamento entre a época de colheita e a de plantio, predominância do preparo da área e do solo vinculado à derruba e queima – regiões Norte e Nordeste –, ao tamanho de manivas, ao espaçamento e controle das plantas – daninhas – em alguns importantes pólos de produção de mandioca é um desafio que, para ser vencido, exigirá a convergência de esforços de diversos segmentos da cadeia, uma vez que o incentivo para inovar não depende apenas da oferta de tecnologia. Além dos imprescindíveis condicionantes econômicos (preços relativos dos fatores de produção e crescimento da demanda do produto), a inovação só se estabelece quando outras variáveis, como as ecológicas, as institucionais – entendidas como o conjunto de regras que regem a sociedade –, e as culturais são favoráveis ao processo.

O manejo do solo ainda inadequado quanto ao tipo de implementos, profundidade de trabalho, frequência de realização das atividades e condições de umidade, sobretudo, nas áreas de maior declividade, ou onde o cultivo da mandioca é feito em sucessivos anos na mesma área. É preciso melhor entender as interações positivas e negativas da cultura da mandioca com aquelas anteriormente plantadas na área; este é, também, um desafio. O histórico da área pode indicar respostas diferenciadas da cultura da mandioca à decisão de adubar ou não. Portanto, os estudos relacionados ao preparo do solo e à adubação dessa cultura devem levar em consideração o tipo de solo, as culturas anteriormente existentes e a destinação a ser dada à área após a colheita (CARDOSO, 2003).

A pouca disponibilidade de material de plantio das cultivares elites geradas nas instituições de pesquisa constitui entrave à maior velocidade de adoção dos novos materiais. A baixa taxa de multiplicação (1:5) em condições de campo implica ocupar considerável parcela de área e recursos financeiros, já não tão abundantes nas instituições públicas de pesquisa. Portanto, caberia à iniciativa privada responder a essa demanda. Entretanto, surge uma questão: como estimular a produção de material de plantio para uma cultura na qual o processo de apropriação privado dos resultados da atividade se

⁵ Este item está baseado em Grossmann e Freitas (1950).

torna restrito em decorrência do material de plantio ser obtido por propagação direta? Adicione-se a isso o fato de, no caso da matéria-prima destinada à indústria de farinha de mandioca, a grande instabilidade nos preços concorrer para freqüentes entradas e saídas de produtores no mercado, implicando abandono de área e perda de material de plantio. Cardoso (2003) considerou que aumentar o rendimento de ramas para o plantio tem sido uma preocupação. Por isso, é oportuno destacar que devem ser intensificados a difusão e os estudos de técnicas voltadas para aumentar os índices de multiplicação vegetativa. Os níveis atualmente alcançados retardam a adoção de novas cultivares e, além disso, estimulam a movimentação inter-regional de material de plantio, concorrendo para a disseminação de doenças e pragas.

A restrita oferta de cultivares que permitam ampliar o período de safra. No tocante ao ciclo da cultura, observa-se que, em determinadas regiões, as cultivares adaptadas apresentam melhor rendimento quando são colhidas com dois anos. Isso significa que, vis-à-vis outras culturas, a mandioca é menos atrativa para os produtores, uma vez que, dadas as incertezas inerentes à atividade agrícola, há maior risco no tempo. Portanto, sugere-se contemplar a busca de cultivares de ciclo mais curto, sem perder de vista a versatilidade de efetuar colheitas em diferentes épocas. As cultivares que permitam ampliar o período de safra são as preferidas pelos produtores. Nesse sentido, no processo de ajustes das cultivares às condições locais, devem ser, cada vez mais, incluídas avaliações de rendimento ao longo do ano, sobretudo de matéria seca. Uma alternativa seria identificar e/ou introduzir cultivares que, isoladamente, apresentassem melhor rendimento em determinadas épocas do ano. Essa estratégia teria a vantagem de manter maior diversidade genética nas regiões. Por outra parte, importaria aos produtores melhor capacidade de gestão, visando distribuir o plantio, espacial e temporalmente, na busca de cronograma de colheita mais estável. Salienta-se que ambas as estratégias estão direcionadas a reduzir a ociosidade das indústrias de processamento e, conseqüentemente, os seus custos fixos de produção.

O alto custo do controle de plantas daninhas e a conseqüente utilização de herbicidas não recomendados. O elevado custo da mão-de-obra em alguns pólos de produção de mandioca, associado à praticidade de utilização de herbicidas, impõe, muitas vezes, o seu uso no controle de plantas daninhas. Nos principais centros de produção de mandioca dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, os problemas estão associados ao inadequado manejo dos herbicidas e à inexistência de produtos eficientes para o controle de algumas plantas daninhas. Acrescente-se a isso o pequeno número de produtos registrados para a cultura da mandioca no Brasil, o que tem acarretado o uso de herbicidas não recomendados, em doses que podem estar

comprometendo os custos e, sobretudo, o ambiente. Neste particular, é necessário atentar que práticas agrícolas adequadas e sistemas ajustados aos padrões de segurança alimentar podem significar fatores positivos de competitividade.

A falta de adoção de ações preventivas para o controle de pragas e doenças nas áreas em que as condições ambientais são mais favoráveis à sua incidência. Considerando-se que a maioria das pragas (mandarová, ácaros etc.) e doenças (bacteriose, superbrotamento e podridões-radiculares) de importância econômica para a cultura da mandioca é de ocorrência esporádica e quase sempre sem métodos de controle curativos economicamente viáveis, impõem-se os desafios de monitoramentos constantes e da adoção de procedimentos que, estando as condições ambientais favoráveis, reduzam a possibilidade de ocorrer problemas fitossanitários. Além disso, é extremamente importante manter o estoque estratégico dos organismos vivos utilizados no controle biológico (*B. erinnyis*, por exemplo).

A inexistência de equipamentos eficientes para a mecanização da colheita nas áreas em que o custo da mão-de-obra é relativamente mais elevado. Como em qualquer outro processo de automação, nas discussões referentes à mecanização da colheita da mandioca sempre vêm à tona aspectos relacionados à substituição de postos de trabalho e à mudança no perfil dos produtores decorrente desse processo. Independentemente dessa discussão, o desafio é apresentar alternativas que minimizem o esforço humano empregado no processo de colheita tradicional e que, por outra parte, proporcionem maior eficiência e agilidade quando se tratar de plantios em grande escala, se o destino da matéria-prima for atender ao processamento de produtos em que a estratégia competitiva imponha custos decrescentes.

A minimização das restrições ambientais presentes nas diversas etapas de processamento das raízes de mandioca Essas restrições estão associadas ao uso intensivo de água no processo de retirada da fécula, à pouca utilização dos resíduos gerados e ao uso da biomassa, às vezes da vegetação nativa, para desidratação da farinha e da fécula de mandioca. A ineficiência dos processos e dos equipamentos usados em algumas unidades de processamento também contribui para aumentar a geração de resíduos.

A redução dos conflitos entre produtores e indústrias de processamento

Além da assimetria quanto à informação de preços, os conflitos se originam na natureza dos contratos, os quais se caracterizam pela restrita presença, ou mesmo ausência, de instrumentos capazes de inibir comportamentos oportunistas dos diferentes agentes da cadeia. Os conflitos surgem também na forma de remunerar a matéria-prima, embora se reconheça que a adoção dessa prática, com base no teor de matéria seca, constitui importante inovação para o

desenvolvimento da mandiocultura. No entanto, o método utilizado para avaliar o teor de matéria seca (balança hidrostática), apesar de ser considerado prático, rápido e de baixo custo, não permite determinar com precisão o teor de amido real. Os estudos desenvolvidos por Juste Junior et al. (1983), por exemplo, indicaram que não há correlação significativa entre os resultados da balança hidrostática e o teor de amido determinado em laboratório pelos métodos químicos. No entanto, há estudos que apontam na direção contrária (ver, por exemplo, WHOLEY; BOOTH, 1979; SRIROTH et al., 2000)⁶. Tanto o uso da balança hidrostática como o pagamento por tipo de cultivar, apesar de não solucionarem os conflitos, podem ser considerados um avanço na tentativa de remunerar a qualidade. A necessidade dessa remuneração é uma imposição do processo de profissionalização que tende a se ampliar na cadeia. Portanto, vislumbrando-se a necessidade de reduzir conflitos ao longo da cadeia da fécula, considera-se um desafio ampliar a discussão (com todos os segmentos interessados) sobre o assunto, visando identificar uma estratégia de ação, envolvendo processos e equipamentos, para solucionar o problema.

A diversificação de produtos derivados da mandioca . A cadeia da mandioca, apesar do grande potencial de produtos, tem basicamente em três produtos (mandioca de mesa, farinha de mandioca e fécula) a maior parte do destino da produção de raízes. Diversificar a utilização e minimizar a dependência da cadeia do comportamento do mercado de farinha de mandioca, produto no qual a expectativa de crescimento da demanda é remota, é um desafio a ser perseguido.

Diante dos desafios que se apresentam, propõe-se:

- a) Inovar nos métodos de transferência de tecnologia e estimular o surgimento de condicionantes favoráveis à adoção das tecnologias geradas.
- b) Estimular a realização de pesquisas que ofereçam novas alternativas de manejo da cultura e novas cultivares (para a indústria e para o consumo de mesa). As novas cultivares disponíveis e a necessidade de inserir a cultura na lógica dos sistemas de produção sustentáveis exigem manejo adequado para que expressem seu potencial genético e, paralelamente, atendam às exigências dos mercados cada vez mais competitivos: material com alto teor de amido e qualidades específicas, níveis baixos de toxicidade de teor de ácido cianídrico (HCN), adaptado aos diferentes ecossistemas e com novos atributos nutricionais.
- c) Incentivar pesquisas que resgatem cultivares crioulas ou tradicionais, de valor cultural e de grande importância para a segurança alimentar.

⁶ Há outros trabalhos na literatura que discutem essa questão; entretanto, não faz parte do escopo deste capítulo apresentar uma revisão exaustiva sobre o assunto.

- d) Estimular a divulgação de técnicas que permitam aumentar o índice de multiplicação vegetativa e restabelecer os patamares de produtividade das áreas intensivamente cultivadas com mandioca, principalmente nas regiões Norte e Nordeste.
- e) Incentivar pesquisas voltadas à identificação de alternativas viáveis de mecanização da colheita.
- f) Estimular as instituições públicas competentes e as empresas de insumos a aumentar o número de princípios ativos de herbicidas, inseticidas e fungicidas registrados para a cultura.
- g) Incentivar a realização de zoneamento agroindustrial para o cultivo de mandioca, considerando potencial agrícola, risco e estabilidade de amido, visando orientar decisões públicas e privadas.
- h) Estimular a identificação de procedimentos e processos que promovam a maior diversificação de produtos e ampliem a qualidade culinária da mandioca de mesa.
- i) Estimular o uso de equipamentos e processos que permitam reduzir os impactos ambientais negativos do processamento da mandioca.

Visando aumentar a velocidade do processos de inovação na cadeia da mandioca e admitindo-se, pelo menos no curto prazo, como inalterado o paradigma tecnológico vigente, há necessidade de ampliar o processo de coordenação por meio de contratos ou verticalização da produção. A generalização da utilização dos contratos – se estabelecidos em bases nas quais se pressupõem decisões compartilhadas entre os diversos segmentos interessados da cadeia – poderá significar maior estabilidade na oferta e nos preços da matéria-prima, tornando a cadeia mais competitiva perante os concorrentes, principalmente do mercado de amido.

Referências

- ABAM. **Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca** Disponível em: <http://www.abam.com.br/prod_amido_est_2006.php>. Acesso em: 29 ago. 2007.
- ALVES, E. R. de A.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **A indústria do amido de mandioca** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 201 p. (Secretaria de Gestão e Estratégia. Documentos, 6).
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CARDOSO, C. E. L.; GAMEIRO, A. H. **Adição de derivados da mandioca à farinha de trigo: algumas reflexões**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 30p. (Texto para discussão, 12).

- CARDOSO, C. E. L.; LEAL, M. de S. Mandioca: mudanças nas raízes. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.19, n.6, p.55-60, jun. 1999.
- CARDOSO, C. E. L.; GAMEIRO, A. H. Caracterização da cadeia agroindustrial. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 19-40.
- CARVALHO, J. E. B. de; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. de A. Manejo e controle de plantas daninhas. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 560-590.
- CEREDA, M. P. Produtos e subprodutos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. p. 15-60.
- CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca**. Cruz das Almas: UFBA/Embrapa, 1989. 382 p.
- EL-DASH, A.; MAZZARI, M. R.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas** uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 88 p.
- FARIAS, A. R. N.; BELLOTTI, A. C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 591-671.
- FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C. **BRS Gema de ovo**: mandioca de mesa biofortificada. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. Folder.
- FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C. **BRS Rosada**: mandioca de mesa com raiz colorida e mais nutritiva. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Folder.
- FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C.; FUKUDA, C.; CALDAS, R. C. Melhoramento participativo. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006a. p. 751-780.
- FUKUDA, W. M. G.; FUKUDA, C.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; FIALHO, J. F. Variedades. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006b. p. 433-454.
- FUKUDA, W. M. G.; FUKUDA, C.; SOUZA, L. da S.; CARVALHO, H. W. L. de. **BRS Kiriris**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006c. n. p. 1. Folder.
- FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C.; CEBALLOS, H.; BLOISI, L. F. M. **Seleção de variedades de mandioca para teores de carotenóides nas raízes** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006d. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 80).
- GROSSMANN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agrônômica**, n. 160/162, p.75-80, 1950.
- IBGE. **Anuários Estatísticos do Brasil**, 1960 a 1990.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em: 23 ago. 2007.
- JUSTE JUNIOR, E. S. G.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R.; CLEMENTE, P. R.; CORRÊA, H.; MORAES, A. R. Comparação entre o método físico da balança hidrostática e métodos químicos na determinação do amido em raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília: DF, v.18, n.1, p.55-57, jan. 1983.

MATTOS, P. L. P. de. Implantação da cultura. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 492-517.

SOUZA, L. da S.; CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. da S.; BORGES, M. de F. **Importância da mandioca e pesquisa com a cultura no Brasil** In: WORKSHOP SOBRE INTEGRAÇÃO ENSINO/PESQUISA NA ÁREA DE TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA DA MANDIOCA, 1., 1993, Botucatu. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1993. 25 p. Palestra.

SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; WANLAPATIT, S.; OATES, C. G. Cassava starch technology: the thai experience. **Starch/Stärke**, Weinheim, v.52, p.439-449, 2000.

WHOLEY, D. W.; BOOTH, R. H. A comparison of simple methods for estimating starch content of cassava roots. **Journal of Science Food Agriculture**, London, v.30, p.158-164, 1979.

Literatura recomendada

EMBRAPA. **Mandioca**: o pão do Brasil. Manioc, le pain du Brésil. Brasília: Embrapa, 2005. 284 p.

MATTOS, P. L. P. de; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R. (Ed.). **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

Parte 7

Fibras

Foto: Odilon Remy, Ferreira da Silva



Capítulo 1

Impulsionando a produção e a produtividade agrícola: o caso do algodão

Eleusio Curvêlo Freire
Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

No Brasil, durante a segunda metade do século 20, foram cultivados mais de 4,1 milhões de hectares de algodão (*Gossypium* spp.), sendo 3,2 milhões de hectares de algodoeiros arbóreos (*Gossypium hirsutum* L.) no Nordeste, num sistema predominantemente familiar, porém com pequenas inserções de agricultura empresarial, concentrada, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do País. A localização das principais áreas produtoras está apresentada na Fig. 1, onde pode ser percebida a concentração da produção brasileira de algodão nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. As características principais dos dois modelos de cotonicultura adotados no Brasil nessa época eram as seguintes (FREIRE, 2003):

Cotonicultura familiar: praticada em sistema de parceria, em que o trabalhador entrava com a mão-de-obra e o proprietário das terras com os insumos e as terras; havia forte ação de intermediários em várias etapas da produção, da comercialização e da industrialização; o uso de insumos era muito baixo, como estratégia para reduzir custos e riscos; como consequência, obtinha-se baixa produtividade e rentabilidade. A mecanização era utilizada apenas na fase de preparo do solo e em todas as demais operações agrícolas era usada tração animal, sendo toda a colheita realizada manualmente. Esse sistema, porém, se mantinha estável em razão da existência de crédito farto e subsidiado, relações trabalhistas amigáveis e a ausência da praga bicudo-

do-algodoeiro (*Anthomonus grandis* Boh.). No Nordeste, predominava o cultivo de algodoeiros arbóreos, conhecidos como algodoeiro-mocó (*Gossypium hirsutum* L. var. *marie-galante* Hutch.), de ciclo perene e baixa produtividade de pluma (94 kg/ha), porém com excelentes características de fibras, além de tolerância à seca (FERREIRA, 1996).

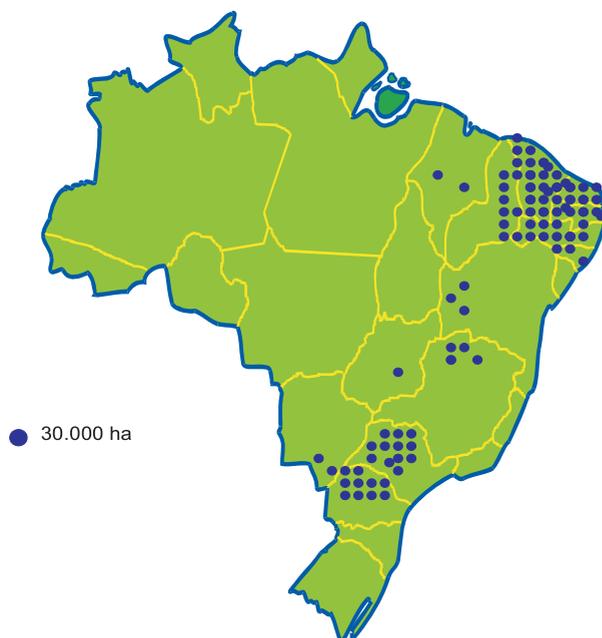


Fig. 1. Localização da produção de algodão no Brasil em 1981.

Cotonicultura empresarial: concentrada nas regiões Sul e Sudeste, com pouca participação no volume total produzido; a maioria das operações era mecanizada, porém ainda predominava o uso de mão-de-obra na colheita; o beneficiamento era efetuado em cooperativas e as pesquisas e produção de sementes realizadas pelo governo. Esses produtores tinham pouca influência na política nacional do algodão, que era fortemente influenciada pela indústria têxtil.

A partir de meados da década de 1980, a cotonicultura nacional entrou em séria crise, provocada por uma conjunção de fatores, especialmente: a introdução do bicudo-do-algodoeiro no País e sua rápida dispersão pelas principais regiões produtoras a partir de 1983; mudanças na política de crédito rural, dificultando o acesso dos pequenos produtores; incapacidade técnica e econômica de os pequenos produtores das regiões Nordeste, Sudeste e Sul conviverem com o bicudo, ocasionando grandes prejuízos e redução da área cultivada; abandono da atividade de plantio pelos pequenos produtores, que migraram para a periferia dos centros urbanos, causando graves problemas

sociais; intervenções governamentais (pacotes econômicos, restrição à exportação) que resultaram na redução do consumo de algodão nacional ou oferta de preços não-compensatórios ao produtor rural; e a desregulamentação do comércio exterior, por meio da redução da alíquota de importação de 55 % para 10 % em 1988 e para zero em 1991, associada ao câmbio defasado, favoreceram a importação de grandes volumes de algodão, a prazos longos (até 400 dias), ocasionando forte crise de competitividade para o segmento agrícola, o que conduziu o Brasil à posição de segundo maior importador de algodão (COSTA; BUENO, 2004).

As conseqüências dessa crise foram a drástica redução da área cultivada, que chegou a cair para 657,5 mil hectares em 1997, com a quase exclusão dos produtores familiares da cadeia produtiva; ausência do Brasil no mercado exportador de pluma de algodão; elevação dramática dos volumes de pluma importados, que chegaram a 501,2 mil toneladas em 1993; déficit comercial crescente da cadeia têxtil, que chegou a US\$ 1,1 bilhão em 1997; perda de um milhão de empregos nas lavouras e fechamento de mais de 1.200 indústrias têxteis de pequeno e médio portes, com redução de, aproximadamente, 500 mil empregos na indústria. Com a elevação dos volumes de importação de pluma de algodão, os industriais têxteis começaram a levantar dúvidas quanto à capacidade de os produtores brasileiros abastecerem a indústria nacional e à qualidade do algodão produzido no Brasil, que era considerado de baixa qualidade tecnológica e altamente contaminado por matérias estranhas (COSTA; BUENO, 2004).

Assim, o desafio no final do século 20 era aumentar a produção para garantir o abastecimento interno, bem como melhorar a qualidade tecnológica do algodão nacional. Na publicação *Algodão no Cerrado do Brasil*, encontra-se ampla revisão sobre a cultura do algodão no Brasil (FREIRE, 2007).

Exploração do algodão colorido no Nordeste

A partir de 1990, foram desenvolvidos dois novos modelos para a cotonicultura brasileira: um para a geração de tecnologia a fim de explorar o algodão colorido (Fig. 2) no Nordeste do Brasil, preservando os modelos de agricultura familiar e de produção artesanal vigente; e outro voltado para a implantação da cotonicultura mecanizada e empresarial no Cerrado do Centro-Oeste. À medida que essas tecnologias foram obtidas, ocorreu a ampliação da área com cotonicultura empresarial no Cerrado do Centro-Oeste que, posteriormente, expandiu-se para o Cerrado do Nordeste.

Foto: Eleusio Curvelo Freire



Fig. 2. Opções de cores do algodão no programa de melhoramento da Embrapa.

No Nordeste, foram desenvolvidos todos os elos da cadeia produtiva do algodão colorido, tendo como ponto de partida a identificação de linhas de algodão colorido no banco de germoplasma da Embrapa Algodão, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Campo Experimental de Patos, na Paraíba. A partir dessas linhas, os melhoristas passaram a selecionar para estabilizar as cores naturais; aumentar a produtividade e precocidade das plantas; e melhorar as características das fibras, especialmente o comprimento, a resistência e a finura, a fim de garantir sua fiabilidade em indústrias modernas, de alta velocidade de fiação.

Obtidas linhagens estabilizadas, com boas características tecnológicas, procurou-se a colaboração do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai)/Centro Regional de Tecnologia Têxtil “Domício Velloso da Silva” (Certtex) e da Empresa Brasileira de Fiação e Tecidos Ltda. (Embratex), de Campina Grande, na Paraíba, para realização de testes de fiação, de tecelagem, estabilidade de coloração e duração dos tecidos. Resultados positivos foram obtidos com a aprovação industrial dos produtos confeccionados com algodão colorido, os quais se mostraram duráveis e estáveis, semelhantes aos produtos tingidos artificialmente (FREIRE et al., 1998; FREIRE, 1999; SANTANA et al., 1999, 2001, 2002).

Até 2001, todas as pesquisas nas áreas de genética, fiação e tecelagem estavam realizadas. Porém não havia demanda para esse tipo de produto no Brasil, apesar de a literatura indicar a existência de demanda internacional. Até então, a Embrapa e o Senai/Certtex tinham confeccionado apenas algumas camisetas e meias, para divulgação da tecnologia e testes de durabilidade. Nessa época, a Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex) fomentou a criação de consórcios de pequenas empresas exportadoras.

Em Campina Grande, na Paraíba, foi criada a Natural Fashion, consórcio formado por 12 pequenas empresas de confecção. A Natural Fashion contatou a Embrapa Algodão à procura de fibras de algodão colorido para confecção de peças de roupas a serem usadas em desfiles de moda em São Paulo. Na época, a Embrapa dispunha de três fardos de fibras coloridas da cor marrom (aproximadamente 360 kg de pluma), que foram cedidos ao Consórcio para os primeiros testes comerciais. As peças confeccionadas e expostas naquele estado fizeram grande sucesso e a presidente da Natural Fashion, Maisa Gadelha, procurou a Embrapa para adquirir maiores volumes de fibra colorida, passando a ser a grande incentivadora, promotora e consumidora dessa fibra no Brasil.

A Embrapa assumiu o compromisso de aumentar a oferta de sementes selecionadas e de treinar agentes de extensão rural e produtores na tecnologia de produção dessa fibra. Para isso, foram necessários o lançamento, o registro e a proteção da BRS 200, primeira cultivar de fibra colorida do Brasil (FREIRE et al., 2000). Paralelamente, a Embrapa passou a aperfeiçoar o sistema de produção do algodão colorido, visando à obtenção de maior produtividade e evitar a contaminação da 'BRS 200' com fibras brancas ou a degeneração genética das sementes da cultivar (BELTRÃO et al., 2001; BELTRÃO; FREIRE, 2001, 2003). A Natural Fashion, com apoio da Federação das Indústrias da Paraíba (Fiep), do Senai, da prefeitura de Campina Grande e do governo do Estado da Paraíba, assumiu o compromisso de aquisição das sementes e da pluma; de organização dos produtores da região de Patos para o plantio; e de encaminhamento da produção à Cooperativa Agrícola Mista de Patos (Campal), para descaroçamento e armazenamento. A Natural Fashion, com apoio do Senai, Apex, governo do Estado da Paraíba e do Brasil, desencadeou um grande programa de marketing, que se estendeu a todas as capitais brasileiras e grandes centros de moda do exterior, incluindo Paris, Hamburgo, Madri e Londres, visando divulgar a fibra colorida natural do Brasil e os produtos da marca Natural Fashion (Fig. 3).

Sabidamente, a Natural Fashion aproveitou a tendência de consumo de produtos orgânicos e conseguiu a certificação pela Associação de Certificação Instituto Biodinâmico (IBD) e Embrapa, bem como passou a incrementar as peças de roupas com artesanatos tradicionais da Paraíba, também confeccionados com algodão colorido. Além da contratação de designers para confecção de moda própria, a Natural Fashion passou a divulgar suas peças como orgânicas e dentro da visão de comércio justo, remunerando a agricultura familiar, artesãos locais e pequenas cooperativas e empresas. Em suma, foram mantidas as tradições agrícolas e sociais regionais, porém com agregação de valor pela exploração de nicho de mercado, com forte valorização pelo seu sentido social.

Foto: Eleusio Curvelo Freire



Fig. 3. Produtos confeccionados com algodão colorido natural.

No ano de 2005, a cadeia produtiva do algodão colorido na Paraíba envolveu área plantada de 4.600 ha, com 1.300 empregos diretos, em seis municípios do estado, e a participação de 50 associações de produtores identificados para a produção de algodão orgânico. A Embrapa evoluiu seu programa de pesquisa, zoneando as áreas mais aptas para o cultivo do algodão colorido (AMARAL et al., 2004), lançando mais três cultivares, a BRS Verde, de coloração verde, e as BRS Rubi e BRS Safira, de ciclo precoce e cor marrom-avermelhado (CARVALHO et al., 2002, 2004a, b). A Natural Fashion criou a Cooperativa de Produção Têxtil e Afins do Algodão do Estado da Paraíba (Coopnatural), que licenciou 46 pontos de venda nas principais cidades do Brasil e quatro no exterior. A industrialização do algodão colorido evoluiu para o envolvimento de 25 indústrias têxteis e de confecção, 10 cooperativas e 10 associações de artesãos, com geração de 850 empregos diretos. A cadeia mantém vários sítios na internet, sendo que no endereço www.naturalfashion.com.br podem-se encontrar as coleções de modas e a história do algodão colorido na Paraíba. Os bons resultados dessa experiência chamaram a atenção de associações de pequenos produtores dos estados do Mato Grosso, do Rio Grande do Norte e do Ceará e de industriais têxteis dos estados do Rio Grande do Norte, do Ceará e de Santa Catarina, que passaram a produzir e comercializar peças de algodão colorido.

Algodão empresarial no Cerrado do Brasil

Quando a Embrapa Algodão formalizou a parceria com o Grupo Itamarati, de propriedade de Olacir de Moraes, em 1989, buscavam-se alternativas

econômicas para a rotação com a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], como estratégia para garantir os grandes investimentos realizados para a abertura do Cerrado do Mato Grosso, ameaçado por seqüências de safras com baixa rentabilidade para a soja, bem como pelo aumento dos problemas fitossanitários, especialmente pelo cancro-da-haste e nematóide-de-cisto. A tecnologia utilizada nessa época para o plantio de algodão no Cerrado incluía a importação de sementes de Israel, dos Estados Unidos da América e da Austrália; o plantio das lavouras no mês de fevereiro; o uso de fileiras duplas, espaçadas de 1,20 m; o controle apenas de lagartas; o uso de solos marginais do Cerrado para o plantio do algodoeiro, que era considerada lavoura experimental; e a inexistência de controle de doenças. Essas tecnologias foram aperfeiçoadas ao longo de 16 safras de algodão e, hoje, pouco daquela tecnologia inicial ainda persiste. As cultivares importadas estavam adaptadas a sistemas de produção irrigados em ambientes semi-áridos e, nas condições climáticas do Cerrado no Mato Grosso, de altas altitudes, associadas à temperatura, umidade e precipitação elevadas, resultaram em alta incidência de pragas e de doenças foliares (bacterianas e fúngicas) e viroses (CIA, 1998; SANTOS, 1998; FUNDAÇÃO MT, 1997, 1999).

A idéia inicial de usar a estrutura de mecanização, os solos planos e o empreendedorismo dos produtores da região para a exploração da cotonicultura parecia fadada ao insucesso pela inexistência de tecnologia de produção e de cultivares disponíveis para adoção. Por isso, priorizaram-se, de imediato, a avaliação de amplo banco de germoplasma de algodão, o desenvolvimento de cultivares adaptadas ao Cerrado no Chapadão dos Parecis (Campo Novo dos Parecis, Mato Grosso) e o aperfeiçoamento do sistema de produção em uso. Foram identificadas as doenças e pragas de importância econômica e obtiveram-se cultivares resistentes às principais doenças (Fig. 4); foi implantado o manejo integrado de pragas da cultura e aperfeiçoado o sistema de produção, quanto à época de plantio – antecipada para dezembro –, espaçamentos mais estreitos, densidade de plantio mais elevada, tratamento de sementes e mecanização de todas as operações agrícolas – do plantio até a colheita (TAKIZAWA; GUERRA, 1998). Foram melhoradas a tecnologia de adubação, o controle de doenças viróticas e fúngicas e erradicadas as soqueiras e desenvolvidas técnicas de convivência com o bicudo (GRESPLAN; ZANCANARO, 1998; FACUAL, 2001; IAMAMOTO, 2005). Foi modernizada e ampliada a capacidade dos equipamentos agrícolas e a potência dos tratores, melhorando a eficiência da mão-de-obra. Os processos de colheita, transporte e beneficiamento foram aperfeiçoados, passando-se a utilizar a colheita mecanizada e o transporte a granel em fardões (Fig. 5), que reduziram os contaminantes nos níveis aceitos internacionalmente. Foram instaladas

algodoeiras nas fazendas, que passaram por aperfeiçoamentos por meio da inclusão de equipamentos de pré-limpeza, umidificadores e secadores, melhorando a qualidade extrínseca da fibra produzida. Os novos produtores de algodão voltaram a exportar e adaptaram-se às regras do mercado globalizado, em termos de padronização da classificação dos fardos e de comercialização no mercado futuro, junto a indústrias têxteis e *tradings* (FREIRE, 1998; FREIRE et al., 1999; FREIRE, 2003).

Foto: Eleusio Curvelo Freire



Fig. 4. Lavoura de algodão no Cerrado do Mato Grosso.

Foto: Eleusio Curvelo Freire



Fig. 5. Colheita mecanizada de algodão no Cerrado do Mato Grosso.

A alta produtividade e a excelente qualidade do algodão colhido no Cerrado, comparável à qualidade do algodão obtido na Austrália e na Califórnia, são conseqüências da tecnologia empregada, bem como do alto senso profissional dos produtores e consultores técnicos, o que tem elevado a credibilidade do cotonicultor mato-grossense, que passou a ser considerado parceiro preferencial das indústrias têxteis nacionais, assim como exportador confiável e merecedor da confiança da cadeia têxtil que, em contrapartida, passou a

adquirir parte da produção de algodão antecipada, exercendo, assim, importante papel no financiamento da produção (FREIRE, 2005). As grandes empresas produtoras e fornecedoras de insumos e máquinas também passaram a financiar a produção por meio das vendas para pagamento futuro, na época da colheita. Mais recentemente, a cultura foi expandida a todas as regiões do Estado de Mato Grosso, bem como ao Cerrado dos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Maranhão e do Piauí (Fig. 1).

O modelo da cotonicultura empresarial consolidado no Cerrado do Centro-Oeste e Nordeste do Brasil apresenta, atualmente, as seguintes características (FREIRE, 2003; FREIRE et al., 2003):

- a) Geração e transferência de tecnologia em parceria com instituições públicas e privadas, a exemplo da Embrapa e das Fundações de Apoio à Pesquisa, simultaneamente, com fortes investimentos de empresas multinacionais de melhoramento e biotecnologia, como a Monsanto, a Bayer e a Deltapine.
- b) Criação de fundos privados de apoio ao produtor, que financiam a maioria das ações de pesquisa, transferência de tecnologia, fomento e marketing da cultura do algodão, usando recursos de renúncia fiscal que, por lei, são destinados ao custeio dessas ações (FACUAL, 1999).
- c) Criação de associações estaduais de produtores – Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Amapa), Associação Baiana dos Produtores de Algodão (Abapa), Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa), Associação Goiana de Produtores de Algodão (Agopa), Associação Paulista dos Produtores de Algodão (Appa), Associação Sul Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampasul), Associação dos Cotonicultores do Paraná (Acopar) e da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa) – que atuam na representação, negociação e defesa dos interesses dos produtores, em âmbito estadual, nacional ou mesmo internacional, como no caso da ação impetrada contra os subsídios dos Estados Unidos da América na Organização Mundial do Comércio (OMC).
- d) Criação de cooperativas de classificação de pluma, que adquiriram equipamentos de HVI¹ suficientes para a classificação de toda a produção de algodão obtida no Cerrado, usando padrões e normas aceitas internacionalmente.
- e) Mudança do perfil tecnológico do produtor de algodão, que passou a ser considerado de grande porte, altamente especializado na cultura e no beneficiamento do algodão e de alto nível tecnológico.

¹ “Sistema de Classificação HVI (*High Volume Instrument*) para medir, em larga escala e menor tempo, as características de amostras de algodão. Através deste sistema, são analisadas principalmente as características internas ou intrínsecas da fibra, que são: comprimento, finura, maturidade, resistência, uniformidade e alongamento. Esta análise é um pré-requisito na gestão de fiações no mundo inteiro.” Fonte: <http://www.algodao.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=382&Itemid=96>. Acesso em: 10 set. 2007.

- f) Formação de pool de produtores e cooperativas especializadas para a aquisição conjunta de insumos, bem como para realização do marketing e comercialização de pluma, diretamente com as indústrias têxteis e os mercados importadores.
- g) Domínio, pelos produtores, das técnicas de comercialização da produção com as *tradings*, no mercado futuro e em bolsas internacionais.

O produtor de algodão do Cerrado apresenta, atualmente, perfil empresarial, com área cultivada média superior a 1.500 ha; utiliza técnicas agrônomicas e insumos modernos; pratica mecanização total da lavoura e processa sua produção em algodoiras próprias ou arrendadas, eliminando etapas de intermediação ao comercializar diretamente com as indústrias têxteis; apresenta alto nível de organização, exercitada nas fases de geração e de transferência de tecnologia, aquisição de insumos e serviços e comercialização interna ou pelos consórcios exportadores. O sistema de produção identificado como de melhor sustentabilidade no Cerrado envolve o plantio direto associado à rotação algodão–soja–milho (*Zea mays* L.), nesta ordem, o qual propiciou aumento de rentabilidade do sistema superior a 17 %.

Atualmente, os produtores do Cerrado são responsáveis por 90 % da produção nacional de algodão, enquanto Mato Grosso, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul contribuem com 86,8 % (Fig. 6). A localização da produção nacional está concentrada nos estados da Região Centro-Oeste e no Cerrado do oeste da Bahia (Fig. 7). Esses produtores promoveram a industrialização primária nas fazendas, com 193 algodoiras realocadas para próximo às áreas de produção (CONAB, 2006).

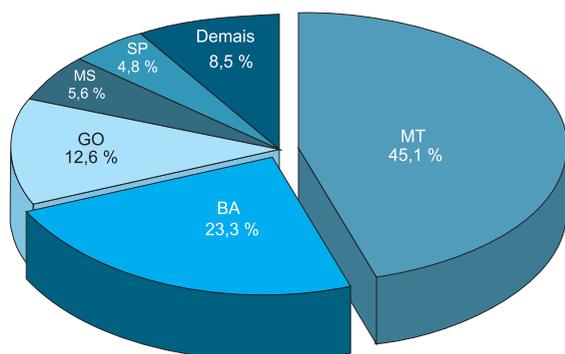


Fig. 6. Principais estados produtores de algodão no Brasil na safra 2004/2005.

Fonte: Aquino (2006).

Nas últimas três safras (2004 a 2006), os produtores exportaram mais de 390 mil toneladas de pluma e produziram acima de 1 milhão de toneladas de pluma por ano, abastecendo a indústria têxtil nacional e colocando o Brasil, outra vez, no rol dos países exportadores, com um superávit na balança comercial de US\$ 400 milhões/ano (Fig. 8). Para isso, tem-se efetuado forte

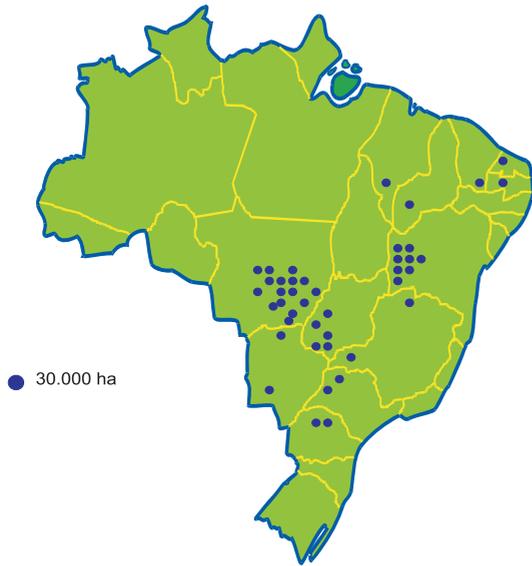


Fig. 7. Localização da produção de algodão no Brasil na safra 2005.

investimento privado em geração e transferência de tecnologias no Cerrado, correspondendo a, aproximadamente, US\$ 6,6 milhões/ano, por meio de projetos competitivos financiados pelos fundos de apoio à cotonicultura. A produtividade do algodão em pluma passou de 161 kg/ha, em 1980, para 1.100 kg/ha em 2005 (683 % de aumento) (Fig. 9) (FERREIRA, 1996, 2000; AQUINO, 2006).

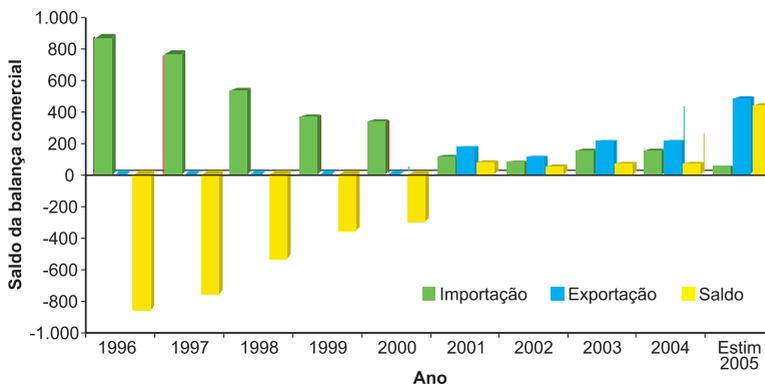


Fig. 8. Algodão em pluma no Brasil. Saldo da balança comercial no período de 1996 a 2005.

Fonte: Aquino (2006).

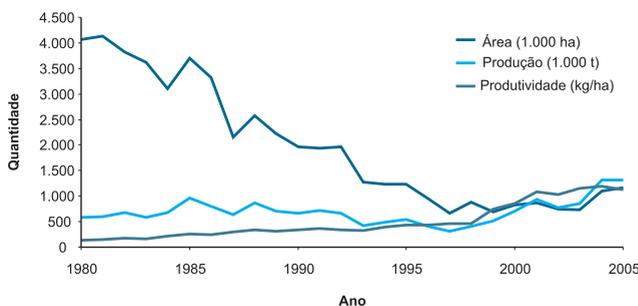


Fig. 9. Evolução da área (ha), produção (t) e produtividade de pluma (kg/ha) no período de 1980 a 2005.

Fonte: Aquino (2006).

Perspectivas para a cotonicultura

A cadeia têxtil e de confecção oferece, atualmente, 2 milhões de empregos no Brasil, com exportações totais da cadeia atingindo US\$ 1,4 bilhão em 2004. A cadeia têxtil planeja ampliar os postos de trabalho em 320 mil novos empregos, na indústria e na agricultura, realizando, para isso, investimentos de US\$ 12,5 bilhões previstos para até 2011, quando deverá ser atingido superávit na balança comercial de US\$ 3,7 bilhões (MDIC, 2001, 2006).

Os produtores possuem tecnologia, infra-estrutura e organização suficiente para expandir em até 30 % a área de algodão a cada ano. Estima-se que o crescimento da área cultivada com algodão no Brasil, nos próximos anos, ocorrerá principalmente no Cerrado, onde existe potencial de expansão de, aproximadamente, 20 % da área total cultivada com soja no Cerrado, ou seja, de 4 milhões de hectares. Para a safra 2009/2010, estima-se que o Brasil estará plantando 2 milhões de hectares de algodão, conforme projetado na Fig. 10.

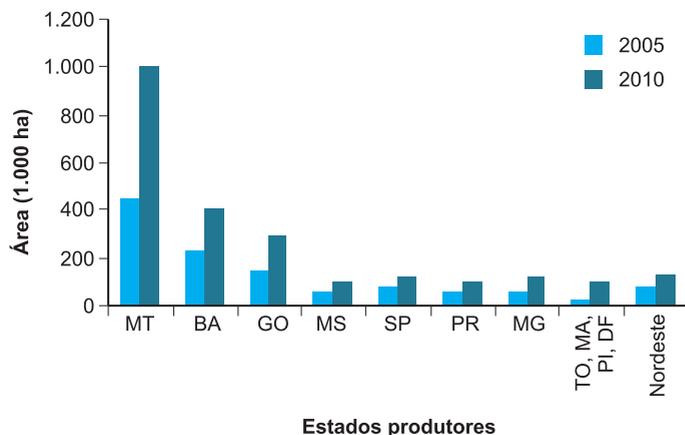


Fig. 10. Áreas plantadas (1.000 ha) com algodão na safra 2004/2005 e projeção para a safra 2009/2010.

Os produtores empresariais do Cerrado, porém, enfrentam problemas que os concorrentes internacionais já superaram, incluindo: o custo Brasil – custo de fretes superior a US\$ 25,00 por tonelada, impostos em cascata, câmbio desfavorável; a indisponibilidade de cultivares transgênicas, o que aumenta o custo de produção em US\$ 123,00 por tonelada; o controle do bicudo, que aumenta o custo de produção em US\$ 45,00 por tonelada; a concorrência com países exportadores, que subsidiam o algodão; e o aumento gradativo dos custos de produção, especialmente dos componentes internos, cotados em reais (salários, impostos e combustíveis), que têm sido elevados gradativamente. Para a solução desses problemas, essenciais para permitir o projetado

crescimento da cotonicultura brasileira, devem ser operacionadas estratégias no curto e médio prazo.

Estratégias a serem utilizadas pelos produtores para reduzir os custos de produção

Estratégias no âmbito das fazendas a rotação de culturas algodão–soja–milho aumenta a rentabilidade em mais 17 %; o plantio direto e a integração agricultura-pecuária; a racionalização no uso de adubos e defensivos; o uso de cultivares transgênicas, que reduz custos em 4,1 %; o aumento da capacidade de implementos; o uso do biodiesel, que reduz custos da cultura em 4 %; o uso de cultivares resistentes a viroses e de ciclo médio, reduzindo, assim, custos da cultura em 10 %; a racionalização das operações de preparo, plantio, manejo e colheita, evitando perdas e retrabalho; e o uso de defensivos genéricos.

Estratégias das organizações: ampliar a organização de cooperativas para aquisição de insumos, exportação e análises de HVI permite economia de até 30 % nos insumos; organização de cooperativas para produção de biodiesel de algodão; reivindicação para reduzir os impostos no diesel e no biodiesel e liberação da importação de defensivos genéricos do Mercado Comum do Sul (Mercosul); reivindicação para baixar as taxas de juros (hoje em média de 14 %) e eliminação da defasagem cambial (mais 22,7 %); continuar a reivindicação por comércio internacional mais justo, com redução dos subsídios agrícolas; e melhoria da logística para diminuição dos custos de exportação, incluindo estradas, ferrovias e portos.

Estratégias a serem utilizadas para aprovar os algodoeiros transgênicos no Brasil

Os eventos LibertyLink® e Roundup Ready® protocolados na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) devem ser analisados e votados. Ao mesmo tempo, as empresas obtentoras devem ser estimuladas pela Abrapa, pela Associação Brasileira do Algodão (Abralg) e pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil (Abit), para darem entrada nos processos de liberação comercial de eventos mais modernos de algodão, já liberados em outros países,

a exemplo do Bollgard II®, Wide Strike® e Roundup Flex®. O governo federal deve repassar a empresas de pesquisa, como a Embrapa e as universidades, instruções claras e objetivas para que organizem e acelerem as pesquisas e, finalmente, o desenvolvimento de cultivares transgênicas nacionais e os segmentos do agronegócio devem se unir para a realização de campanhas na televisão e na mídia em geral, enfatizando a importância da sua atividade, assim como da biotecnologia, para a preservação do meio ambiente, a produção de alimentos, a geração de empregos, as exportações, o Produto Interno Bruto (PIB) nacional e o desenvolvimento do Brasil.

Referências

- AQUINO, D. F. **Dia de campo do algodão 2004** oeste baiano. Brasília: Conab, 2004. Disponível em: <www.conab.gov.br/conjuntura>. Acesso em: 2006.
- AMARAL, J. A. B.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. **Zoneamento agrícola do algodão colorido no Nordeste brasileiro**: safra 2004/2005 – Estado da Paraíba – Algodão colorido BRS 200 - Marrom. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 235).
- BELTRÃO, N. E. de M.; PEREIRA, J. R.; DANTAS, E. S. B.; SILVA, C. A. D. da. Componentes para o cultivo orgânico do algodão perene colorido (marrom) no Nordeste brasileiro. VI. Adubação, população e competição de plantas daninhas, linhagem CNPA 92 1139. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. Produzir sempre, o grande desafio. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA/UFMS/Embrapa-Cpao, 2001, v. 2. p. 890-892.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. Algodão marrom. **Cultivar**, v. 3, n. 25, p. 50-51, fev. 2001.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. The organic coloured cotton in Brazil, history and possibilities. In: WORLD COTTON RESEARCH CONFERENCE, 3., 2003, Cape Town, South Africa. **Abstracts of paper and poster presentations...**Cape Town, South Africa: International Cotton Advisory Committee, 2003. PS13.7
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **BRS Verde**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. Folder.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **BRS Safira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. Folder.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **BRS Rubi**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. Folder.
- CIA, E. Doenças do algodoeiro no Cerrado Mato-Grossense. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT/ Embrapa Algodão/Empaer-MT, 1998. p. 49-60.
- CONAB (Brasília, DF). **Nono levantamento de avaliação da safra 2005/2006** Disponível em: www.conab.gov.br/download/9levsaf.pdf. Acesso em: 2006
- COSTA, S. R.; BUENO, M. G. **A saga do algodão das primeiras lavouras à ação na OMC** Rio de Janeiro: Insight Engenharia/Abrapa, 2004. 144 p.
- FACUAL (Cuiabá, MT). **Manual do cotonicultor**. Cuiabá: Proalmat/Facual/Governo de Mato Grosso, 1999. 92 p.

- FACUAL (Cuiabá, MT). **Manual de identificação e manejo das doenças do algodoeiro** Cuiabá, 2001. 167 p.
- FERREIRA, I. C. **Séries históricas do algodão**: janeiro de 1980 a novembro de 1995. São Paulo: BM&F, 1996. 41 p.
- FERREIRA, I. C. **Estatísticas do mercado físico de algodão**: janeiro de 1990 a dezembro de 1999. São Paulo: BM&F, 2000. 65 p.
- FREIRE, E. C. Algodão colorido. **Biotecnologia**, v. 2, n. 9. p. 36-39, jul./ago.1999.
- FREIRE, E. C. Qualidade do algodão brasileiro melhora continuamente. **Jornal da Abrapa**, n. 69, p. 1-2, 2005.
- FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa-CNPA/Fundação/ MT, 1998. 29 p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 57).
- FREIRE, E. C. Modelo actual de organización de la cotonicultura empresarial en el Brazil. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL ALGODÓN-ALIDA, 9., 2003, Goiânia. **Actas...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. p. 57-61.
- FREIRE, E. C. (Org.) **Algodão no Cerrado do Brasil** 1 ed. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. 918 p.
- FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P. de; PEDROSA, M. B.; SANTANA, J. C. F. de; CARVALHO, L. P.; WANDERLEY, M. J. R.; GUSMÃO, J. L. de. **O algodão colorido no Brasil** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1998. Folder.
- FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P.; PEDROSA, M. B.; SANTANA, J. C. F.; CARVALHO, L. P.; WANDERLEY, M. J. R.; GUSMÃO, J. L.; SILVA, J. A.; VASCONCELOS, F. L. M. **O algodão colorido no Brasil**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2000. Folder.
- FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; SUINAGA, F. A.; ARAUJO, A. E. Cotton breeding in the Brazilian Cerrado. In: WORLD COTTON RESEARCH CONFERENCE, 3., 2003, Cape Town, South Africa. **Abstracts of paper and poster presentations...**Cape Town, South Africa: International Cotton Advisory Committee, 2003. p. 2005-207.
- FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; AGUIAR, P. H. Algodão de alta tecnologia no Cerrado. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W.J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. p. 181-198.
- FUNDAÇÃO MT (Rondonópolis, MT). **O algodão no caminho do sucesso** Rondonópolis, 1997.107 p.
- FUNDAÇÃO MT (Rondonópolis, MT). **Mato Grosso: liderança e competitividade**. Rondonópolis, 1999.182 p.
- GRESPLAN, S. L. ; ZANCANARO, L. Nutrição e adubação do algodoeiro no Cerrado. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT/ Embrapa Algodão/Empaer-MT, 1998. p. 67-73.
- IAMAMOTO, M. M. **Doenças foliares do algodoeiro**. Jaboticabal: Funep, 2005. 45 p.
- MDIC (Brasília DF). **Fórum de competitividade da cadeia produtiva têxtil e de confecções**: contrato de competitividade. Brasília, 2001. 14 p.
- MDIC (Brasília, DF). **Relatório de resultados da cadeia têxtil e de confecção** Disponível em: <www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/spd/proAção/relResultados/Texconfecção> Acesso em: 2006.
- SANTANA, J. C. F.; FREIRE, E. C.; ANDRADE, J. E. O.; ANDRADE, F. P.; SANTANA, J. C. da S.; WANDERLEY, M. J. R. Fiabilidade e características físicas da fibra das novas linhagens de algodão de fibras coloridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA,1999. p. 697-699.

SANTANA, J. C. F. de; ANDRADE, J. E. O.; CARNEIRO, E.; FREIRE, E. C.; WANDERLEY, M. J. R. **Desempenho industrial da fibra do algodão BRS 200 marrom** Campina Grande: Embrapa-CNP, 2001. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 138).

SANTANA, J. C. F. de; ANDRADE, J. E. O.; CARNEIRO, E.; FREIRE, E. C.; WANDERLEY, M. J. R. **Desempenho industrial da fibra do algodão BRS 200 marrom** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 62).

SANTOS, W. J. dos. Problemas e soluções do manejo integrado de pragas do algodão. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT/ Embrapa Algodão/Empaer-MT, 1998. p. 39-48.

TAKIZAWA, E. K.; GUERRA, J. Tecnologia de manejo do algodão no Cerrado. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT/ Embrapa Algodão/Empaer-MT, 1998. p. 61-66.

Literatura recomendada

BELTRÃO, N. E. de; CARVALHO, L. P. de. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no estado da Paraíba**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Embrapa Algodão. Documento, 128).

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. de L. **Cultura do algodoeiro em Goiás** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 29 p. (Embrapa Algodão: Circular Técnica, 68).

FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P.; SANTANA, J. C. F. de; BELTRÃO, N. E. de M.; PEDROSA, M. B.; WANDERLEY, M. J. R.; ASSUNÇÃO, J. H. de. **BRS 200 marrom**: cultivar de algodão de fibra colorida. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2002. Folder.

Capítulo 2

Outras fibras tropicais

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Orozimbo Silveira Carvalho
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Fabiana Xavier Costa
Henrique Pereira dos Santos

A cultura do sisal

O sisal, ou agave (*Agave sisalana* Perrine), é a principal fibra dura produzida no mundo, correspondendo a aproximadamente 70 % da produção comercial de todas as fibras desse tipo. O Brasil é o maior produtor e o maior exportador, com 58 % da produção mundial e 70 % das exportações. O cultivo do sisal (Fig. 1) se concentra na Região Nordeste, que tem como principais produtores os estados da Bahia, com 50 municípios, da Paraíba, com 34 e do Rio Grande do Norte, com 5 municípios, atingindo 93,5 %, 3,5 % e 3,0 %, respectivamente, da produção nacional da fibra (SANTOS, 2006).

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 1. Detalhe de um campo de sisal.

A cultura do sisal é fundamental para a economia nordestina, haja vista que torna produtivas regiões semi-áridas marginais, que apresentam escassas alternativas econômicas e baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), cuja base de exploração é, predominantemente, o trabalho familiar (SILVA; BELTRÃO, 1999).

A história do sisal no Brasil começa com a sua introdução, em 1903, pelo agrônomo Horáceo Urpia Junior, que trouxe os primeiros bulbilhos, provavelmente da Flórida, Estados Unidos da América. Em 1911, foram enviadas, da Bahia para o Estado da Paraíba, as primeiras mudas, pelo agrônomo J. Viana Júnior. Mas foi somente em 1937/1938, na Paraíba, e em 1939/1940, na Bahia, que a cultura se expandiu em base econômica, em razão do interesse e da procura pela fibra durante a Segunda Guerra Mundial. Isso fez que a cultura migrasse para estados vizinhos, como Rio Grande do Norte e Pernambuco. No Estado da Bahia houve várias ações de estímulo à cultura. Em 1939, a Secretaria de Agricultura instalava, em Feira de Santana o primeiro campo de distribuição de mudas e, em 1940/1941, foi fundado, no Município de Nova Soure, o Núcleo Colonial Presidente Vargas, com um grande campo de cultivo de sisal, dotado de uma das mais completas usinas de beneficiamento do País (SUINAGA et al., 2006).

Logo após a Segunda Guerra Mundial, o sisal teve rápida expansão na Paraíba, em razão da alta demanda dos mercados interno e externo, aliada às condições edafoclimáticas favoráveis, tornando-se, esse estado, o principal produtor de fibra dura. Em 1946, o Brasil se tornava exportador dessa fibra e, em 1951, assumia a segunda posição na produção mundial. Já a Paraíba, apesar do destaque de maior produtor de sisal do Nordeste, perdeu, na década de 1960, a sua hegemonia para o Estado da Bahia em virtude dos preços baixos, do desinteresse do produtor e do baixo rendimento por hectare (SILVA; BELTRÃO, 1999).

A crise que se abateu sobre a economia sisaleira mundial a partir de 1964 levou os principais países produtores e consumidores a tomarem posição quanto ao ponto de equilíbrio entre a oferta e a demanda. A partir de então, com o aparecimento de sucedâneos sintéticos, como o polipropileno, produzido a preços mais baixos e com qualidade superior para a maioria dos fins a que se destinam as fibras duras naturais, o sisal entrou em decadência mundial em proporções crescentes (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Mesmo nesse cenário pouco favorável, no período de 1995 a 2004, a produção anual de fibra no Brasil oscilou entre 110 mil e 140 mil toneladas; ao longo desse período, as exportações cresceram 20 %, passando de 105,3 mil toneladas em 1995 para 126,9 mil toneladas de fibras e manufaturados em 2004, o que representava 87 % da produção nacional. As exportações alcançaram 84 países em 2004, com destaque para os Estados Unidos da

América, que importaram 43 %, seguidos do México com 10 %; Portugal, 7 %; Holanda, 3 %; Hong Kong, 2 %; França, 1 %; Cuba, 1 % e outros 77 países perfazendo o total de 33 %. Hoje, o mercado interno consome em torno de 13 % da produção, destinada à confecção de fios diversos: cabos, cordas, cordéis e tapetes, além do artesanato, da construção civil e de matrizes termoplásticas para a indústria automobilística (SANTOS, 2006).

Anualmente, a exportação gera divisas da ordem de US\$ 80 milhões, além de criar, aproximadamente, 850 mil empregos diretos e indiretos, por meio de sua cadeia de serviços, que começa com as atividades de manutenção das lavouras, colheita, desfibramento e beneficiamento da fibra, e termina com a industrialização e a confecção de artesanato (SANTOS, 2006).

O fio agrícola *baller twine*, destinado à amarração de fardos de feno de cereais para alimentação animal, é o principal produto do sisal exportado pelo Brasil para países como Estados Unidos da América e Canadá e para a Europa. Esse produto sofreu forte retração na demanda nos últimos 30 anos, por causa da competição com o polipropileno e da adoção de novas técnicas de embalar o feno, mediante o uso de cintas plásticas, que envolvem totalmente o fardo do cereal, protegendo-o das intempéries climáticas. Por sua vez, o uso do sisal como fios, cordas e cabos tem sido amplamente superado pelo polipropileno e, conseqüentemente, o mercado mundial do sisal se retraiu de forma significativa. Por exemplo, na década de 1970 o consumo mundial de fibra era de 750 mil toneladas por ano; em 2004, foi reduzido para a terça parte desse valor (BRIAN; WERFF, 2006).

No Brasil, a cultura é explorada com baixo índice de modernização e capitalização, o que tem levado à redução na área plantada e na produção. Os principais fatores responsáveis por esse declínio são: o baixo valor pago pela fibra; o reduzido índice de aproveitamento da planta de sisal (somente 3 % a 5 % das folhas colhidas se convertem em produto comercial); a concorrência com as fibras duras sintéticas; o elevado custo inicial para a implantação e manutenção da lavoura até o início da produção; a falta de cultivares mais produtivas e adaptadas às regiões produtoras; o não-aproveitamento dos resíduos do desfibramento; o manejo deficitário da fertilidade dos solos; a falta de máquinas modernas para o beneficiamento; e, nos últimos anos, a podridão-do-tronco, doença causada por fungos de solo (*Aspergillus niger* Tiegh.), que tem ameaçado ainda mais a sustentabilidade da cultura (SILVA; BELTRÃO, 1999).

O cultivo do sisal no Nordeste brasileiro é, tecnicamente, bastante simples, visto que as suas diversas fases se desenvolvem com o mínimo de tecnologia. Os principais passos tecnológicos se iniciam com o preparo da área, mediante aração e gradagem; o plantio é feito em fileiras simples; o espaçamento mais

comum é o de 2,5 m a 3 m entre fileiras, com uma planta a cada metro; o material de plantio são rebentões (Fig. 1), retirados de plantas saudáveis, que medem em torno de 0,40 m de altura; os tratamentos culturais consistem em manter a área limpa nos primeiros dois anos; no terceiro ano se utiliza roço; a colheita se inicia no final do terceiro ano, porém nem todas as plantas estão aptas ao corte; a colheita consiste no corte das folhas utilizando-se pequenas facas; deixa-se em torno de 7 a 9 folhas por planta; já o desfibramento das folhas é realizado com o “motor de agave” ou “máquina paraibana” (Fig. 2), constituída de um motor de 9 cv¹ para acionamento de um rotor esmagador e raspador da folha. As fibras obtidas nesse processo são imersas em tanques com água durante 10 a 12 horas para melhorar a sua limpeza; depois, são postas em estaleiros de arame para secagem ao sol durante 8 a 10 horas; a seguir, as fibras são reunidas em pequenos feixes denominados “manocas”, para facilitar o transporte e o armazenamento; em seguida as fibras são batidas ou penteadas por meio de batedeiras, que lhes conferem bom aspecto, limpeza e maciez; e, finalmente, as fibras são prensadas em forma de fardos para serem levadas à indústria, que as transforma em manufaturados (SILVA et al., 1999).

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 2. Motor de agave para o desfibramento da folha de sisal.

Apesar de todos os problemas, o sisal continua sendo uma das poucas opções econômicas para essas regiões; dificilmente outra cultura é mais rentável economicamente e mais vantajosa nessas áreas. Por isso, é imprescindível garantir sua continuidade, com a realização de estudos capazes de estimular a sua expansão e promover o seu progresso tecnológico. Por essa razão, o governo federal, juntamente com as instituições de pesquisa e fomento, tem promovido ações para desenvolver a cadeia produtiva do sisal, com ênfase na economia solidária, com sustentabilidade econômica, social, ambiental e

¹ cv = cavalo-vapor = 4.566 kg.m/min.

cultural para um público-alvo de agricultores de base familiar e suas organizações (SILVA; BELTRÃO, 1999).

O cenário atual para o sisal do Brasil é bastante promissor, em razão do crescente aumento dos preços do petróleo e seus derivados, que concorrem diretamente com esse tipo de fibra; e também, por se tratar de produto orgânico e limpo, isento de agrotóxicos, que origina produtos naturais e ecologicamente corretos, como tapetes, carpetes e artesanatos. Novas alternativas de uso da fibra vêm sendo exploradas com sucesso, como geotêxteis, termoplásticos e na construção civil, além do uso do subproduto mucilagem como volumoso para alimentação animal; alternativas que reforçam a importância da cultura no País e sua permanência como geradora de emprego e renda (BRIAN; WERFF, 2006; LEÃO et al., 2006).

O rami no Brasil

Entre seus diversos empregos, o rami (Fig. 3), planta perene, rizomatosa e produtora de fibras liberianas, é utilizado como forrageira. A espécie cultivada no Brasil, *Boehmeria nivea* Gaud., família Urticaceae, é originária das regiões temperadas da Ásia Oriental, provavelmente nos vales do Sudoeste da China, de onde se espalhou para as Filipinas, Formosa, Índia, Japão, Coréia e Europa (BENATTI JUNIOR, 1987a).

Foto: Joaquim Nunes da Costa

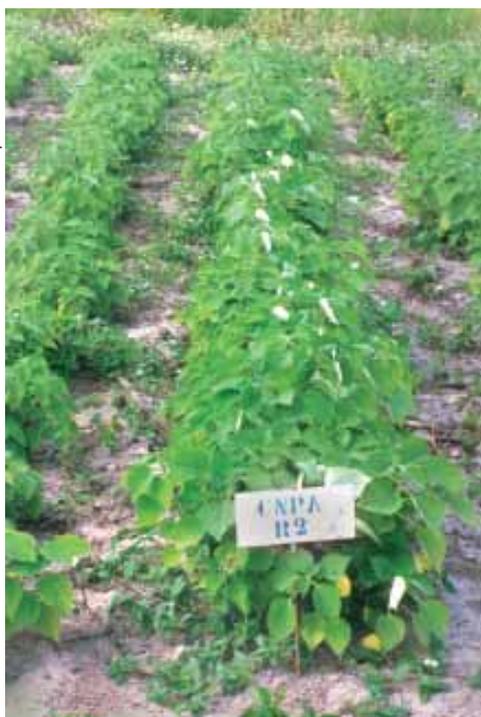


Fig. 3. Plantas jovens de rami em ensaio de avaliação de genótipos na Embrapa.

O rami foi cultivado pela primeira vez no Brasil em 1884, por agricultores radicados na Colônia Grão Pará, em Santa Catarina (MEDINA, 1959), no Sul do País. Os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na Região Sul, e Espírito Santo, na Região Sudeste, foram considerados introdutórios do seu cultivo no País (FORNAZIERI, 1991), onde se manteve como cultura de exploração econômica até a década de 1990. A partir de então, a produção se concentrou no Estado do Paraná, nos municípios de Uraí, Assaí e Londrina, com área de 5.224 ha (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1993). Entretanto, a cultura vem sofrendo forte queda em virtude da crescente concorrência com outras fibras naturais e sintéticas, além dos manufaturados importados da China.

Os maiores produtores de rami são a China e as Filipinas, embora a produção mundial nunca tenha excedido a 130 mil toneladas de fibra seca, com apenas uma pequena porcentagem destinada à exportação, principalmente para o Japão (GREENHALGH, 1979).

Do ponto de vista técnico, sua fibra é matéria-prima de ótima qualidade para a confecção de tecidos, fios, cordas e tapetes, além de uma infinidade de outros produtos e subprodutos. Trata-se de fibra lustrosa como a seda; mais fresca e absorvente que o linho (*Linum usitatissimum* L.); fácil de ser lavada como o algodão (*Gossypium* spp.); não encolhe, não alarga nem desbota com a passagem do tempo, tornando-se mais resistente que a do cânhamo (*Cannabis ruderalis* Janisch., *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*) e mais forte que a do náilon (BENATTI JUNIOR, 1987a, b; FORNAZIERI JUNIOR, 1991). Em virtude de suas propriedades físicas, é a mais durável e resistente de todas as fibras vegetais conhecidas. Apresenta qualidades excepcionais e adaptabilidade aos vários sistemas de preparo e de fiação comuns a outras fibras têxteis. Isso confere ao rami a possibilidade de ser trabalhado nas máquinas que processam algodão, lã, seda e linho, isoladamente ou em misturas com aquelas fibras, sem necessidade de grandes modificações nos equipamentos das fábricas.

A fibra do rami é a mais longa, mais resistente e uma das mais finas de todas as fibras vegetais. Varia de 50 mm a 300 mm, sendo bem mais longa que a do linho; seu diâmetro é de três a cinco vezes maior que o das fibras da seda, do algodão e do linho, respectivamente; a resistência à tração é superior às fibras do algodão, da seda e da lã, porém se equipara às do linho; já quanto à elasticidade, perde para as fibras da seda e da lã, mas apresenta ligeira superioridade em relação às fibras do linho (BENATTI JUNIOR, 1987b).

O rami, além de produtor de fibras, é também excelente forrageira, aceita pelos animais domésticos, ruminantes ou não, e as folhas (Fig. 4) e ponteiros podem ser aproveitados pelas fábricas de ração animal. Comparativamente,

o rami produz três vezes mais proteína que a alfafa (*Medicago sativa* L.) e quatro vezes mais que a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] por hectare cultivado (BENATTI JUNIOR, 1987a). Testes vêm sendo realizados para uso do rami também na alimentação humana, na forma de farinhas protéicas, graças ao seu alto valor nutritivo e energético. Em média, os ponteiros do rami contêm 28 % de proteínas, 21 % de fibra em detergente ácido, 6 % de cálcio e 400 ppm de ferro (ZIGGIATTI, 1985).

Foto: Joaquim Nunes da Costa



Fig. 4. Detalhes das folhas e das sementes do rami.

O rami exige, para crescimento favorável, clima tropical ou temperado quente. As regiões de alta precipitação pluvial, entre 1.500 mm e 2.000 mm anuais, com chuvas bem distribuídas durante os meses do ano, são as mais favoráveis. As temperaturas máxima e mínima, entre 12 °C e 28 °C, são as mais propícias. Depois de formado, o ramizal suporta secas mais ou menos prolongadas. Porém, para melhores produções, o rami não deve ser cultivado em regiões onde normalmente ocorra estação seca muito pronunciada. Não se deve plantar o rami nos locais em que os ventos sejam fortes e constantes, pois ocorreria queda dos caules, culminando no seu entrelaçamento, fato que dificulta o corte e o desfibramento (MEDINA, 1959).

Os solos leves, profundos e férteis são os mais indicados. A presença de alto teor de matéria orgânica é condição que favorece o bom desempenho da cultura, haja vista que, além de assegurar maior retenção de umidade no solo, promove crescimento rápido dos caules e maior perfilhamento das touceiras. Nos solos argilosos, férteis, profundos e de boa drenagem natural, o rami prospera satisfatoriamente; ainda vegeta bem em solos medianamente

ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5, desde que férteis e bem supridos de nitrogênio (MEDINA, 1959).

Como o rami permanece no terreno durante pelo menos 15 anos, o preparo do solo deve ser bem-feito em profundidade, de forma a romper possíveis camadas compactadas. Embora produza sementes, o rami é multiplicado por rizomas em razão de essa prática garantir maior capacidade de brotação, além de colheitas mais precoces. O espaçamento de plantio é de 1,3 m entre as fileiras e 0,3 m entre plantas, e os tratos culturais consistem em duas capinas anuais. Existe um critério que é adotado para escolha do ponto exato de maturação da planta para produção de fibras: quando dois terços dos caules apresentam, nas suas bases, manchas irregulares de cor marrom, fase em que as inflorescências apresentam metade de suas flores com coloração verde e metade com coloração marrom. Anualmente, pode-se fazer até quatro cortes, iniciando-os a partir do segundo ano. O corte do caule é manual, feito com facas ou foices especiais, rente ao solo; depois de cortados, os caules são desfibrados em máquinas dotadas de rotores raspadores, acionadas por motor elétrico ou a diesel; as fibras obtidas são lavadas e colocadas em varais para a secagem e, após secas, são batidas para a retirada do excesso de tecido lenhoso aderente às fibras e então enfardadas para a comercialização.

As fibras do rami destinadas à confecção de tecidos passam pelo processo de desgomagem, que consiste na lavagem para a eliminação quase completa das substâncias pécticas (matéria lenhosa e cutículas da casca), por meio de processos químicos; já as fibras destinadas à fabricação de fios são submetidas ao alvejamento, que também é um processo químico que deixa a fibra alvejada, branca e livre de qualquer impureza (BENATTI JUNIOR, 1987a).

As perspectivas de o rami voltar a ser explorado economicamente no Brasil dependerão da criação de novas alternativas de uso, da valorização da fibra e do estímulo ao produtor, por meio da oferta de novas tecnologias de produção, especialmente no descorticamento.

O caroá

O caroá [*Neoglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez.], planta perene, monocotiledônea, da família das bromeliáceas, se desenvolve de forma nativa e espontânea na Caatinga do Nordeste brasileiro, região formada por um conjunto de vegetação constituído de árvores e arbustos, de forma densa, de porte baixo e galhos retorcidos, de aspecto seco, dotados de espinhos, de folhas caídas e com proteção contra desidratação pelo vento e calor. Suas raízes são muito desenvolvidas, grossas e penetrantes, e se desenvolvem,

predominantemente, em solos silicosos e silico-argilosos, enxutos, pedregosos ou arenosos, que ocorrem nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Piauí. O caroá é a principal espécie que forma a subvegetação dessa região, habitando a sombra da vegetação da Caatinga (DUQUE, 2004).

O caroá apresenta folhas lineares em pequeno número, cinco a seis, sem acúleos laterais e acuminadas, dispostas em roseta, com inflorescência laxa de 25 cm de comprimento e com até 60 flores, de sépalas vermelhas e pétalas purpúreas; suas folhas são de cor verde ou roxa, com listas transversais, estreitas, protegidas de um acúleo terminal, tendo cerca de 2 m de comprimento por 2 cm de largura, e se acham protegidas contra a evaporação por uma cutícula impermeável, produzindo longas fibras de grande resistência e durabilidade. Uma folha de caroá pesa, em média, 140 g quando colhida na estação pluviosa; no período seco esse peso é reduzido em 30 % (VINCENZI, 1947).

O caroá também é conhecido pelos nomes de carauá, caruá, caroá-verdadeiro, coroa, coroa-tá, crauá, croá e gravatá (XAVIER, 1982). Inicialmente, muito utilizado pelos indígenas que extraíam dele a fibra para a confecção de redes, esse uso expandiu-se, pela ótima qualidade da fibra, para o fabrico de cordas, cordões, cabos e celulose para papel. No Brasil foram instaladas, na década de 1940, várias indústrias que aproveitavam a fibra do caroá para a confecção de fios e sacarias de aniagem, cordas e barbantes, haja vista que, para alguns especialistas, a fibra do caroá era superior à da juta (*Corchorus* spp.), à do linho, à do cânhamo, à da manila (*Agave cantala* Roxb.) e à do sisal (VINCENZI, 1947). Também cresceram os estabelecimentos de beneficiamento da fibra destinada à exportação para diferentes países como Argentina, Uruguai, Estados Unidos da América, Inglaterra, Portugal, Chile e Cuba. A Argentina foi o principal importador de caroá, destinando a fibra à confecção de solados de alpargatas usadas pela população proletária, seguida dos Estados Unidos da América, que importavam a fibra para a confecção de papéis especiais, tapetes e tecidos (VINCENZI, 1947).

A primeira tentativa do plantio comercial, em 1933, nos municípios de Surubim e Custódia, Estado de Pernambuco, se deve ao agrônomo Manuel Carneiro de Albuquerque Filho; a segunda tentativa, em 1934, no Município de Pendência, na Paraíba, se deve ao agrônomo João Henriques. Posteriormente, o caroá foi cultivado com êxito no Estado de Alagoas, porém Pernambuco foi o maior produtor e detentor da maior área nativa, em torno de 500 mil hectares, cuja exploração era realizada na forma extrativa pelo sertanejo. Na década de 1940, essa atividade constituía a principal fonte de emprego e renda no meio rural; o Município de Caruaru foi um grande pólo beneficiador do caroá (XAVIER, 1982).

O processo de exploração era o extrativismo, executado de forma rudimentar e ineficiente. Os trabalhadores penetravam na Caatinga para fazer a colheita, arrancando ou cortando as folhas, que eram enfeixadas e transportadas em lombos de burros ou jumentos até as estradas trafegáveis e, daí, por meio de carros-de-boi ou caminhões, até a unidade de beneficiamento. O desfibramento era feito por meio de máquinas descorticadoras, de princípio mecânico muito similar às do sisal, em que se separava a fibra da mucilagem por meio de rotores raspadores acionados por pequenos motores; as fibras obtidas eram submetidas à lavagem e depois colocadas para secar ao sol; após a secagem, elas eram reunidas em molhos (manocas) para o enfardamento em prensas manuais, produzindo fardos de 120 kg a 150 kg. As fibras não lavadas continham grande quantidade de tecido parenquimatoso aderido aos feixes fibrosos, provocando grandes perdas nas cardas, processo que antecedia a fiação (XAVIER, 1982).

A produtividade do caroá depende da densidade de plantas, do material genético, do número de folhas colhidas e do tamanho das folhas. Situa-se entre 10 t/h e 15 t/ha, com rendimento de fibra entre 5 % a 6,5 %, obtendo-se rendimento entre 0,5 t/ha e 1 t/ha de fibra seca. A colheita pode ser feita em qualquer época do ano; porém, o verão, quando a folha está desidratada, é o período mais adequado, por ser mais econômico o transporte das folhas, além de a vegetação da Caatinga se encontrar em estado de inanição ou dormência (BRAGA; WOLLNER, 1941).

Nos primeiros trabalhos realizados, verificou-se que o caroá sombreado e aquele que se desenvolve na Caatinga mais densa é o melhor, ou seja, apresenta maior comprimento de folhas e tem fibras de qualidade superior, não sendo recomendada a colheita daquele que se desenvolve em áreas abertas (CORREA, 1919). Existe variabilidade entre materiais genéticos nativos. Xavier (1982) relaciona seis genótipos que diferem pela cor da folha, variando entre os tipos verde-amarelo, tricolor, rajado, roxo-vinho, roxo-cinzeno e sempre-verde. A reprodução do caroá pode ser sexuada ou assexuada, porém a mais fácil ocorre por rizomas, facilitando qualquer processo de melhoramento varietal.

As indústrias, estabelecidas em Pernambuco e algumas na Paraíba, trabalhavam a fibra do caroá na década de 1940 para confecção de aniagem, fios, cordas e cabos, visto que seus mecanismos de fiação e tecelagem estavam adaptados para trabalhar com esse tipo de matéria-prima. Entretanto, as indústrias dos outros estados trabalhavam com a juta amazonense e, com o passar dos anos, quando se tentou associar as duas fibras, verificou-se incompatibilidade entre elas. As perdas da fibra do caroá no processo de cardagem eram significativas, em torno de 40 %, que, aliados ao processo rudimentar de exploração e beneficiamento, concorreram decisivamente para o declínio dessa cultura (VINCENZI, 1947).

Atualmente, observa-se a existência do caroá em algumas regiões da Caatinga nordestina, em forma nativa e espontânea; sua exploração é feita de modo empírico, com a extração da fibra sendo realizada apenas para atender às demandas de associações que trabalham com artesanato. Todavia, no Município de Pocinhos, na Paraíba, existe um pólo de exploração bastante significativo, que ocupa a mão-de-obra de 80 trabalhadores e cuja fibra é enviada para o Estado de São Paulo. Semanalmente, são comercializadas 10 t a 12 t de fibra. A colheita é manual, porém o desfibramento (Fig. 5) é feito com máquinas de grande porte, semi-automáticas, as mesmas destinadas ao sisal, que apresentam grande capacidade de trabalho (Fig. 6 e 7). Entretanto, como a folha do caroá é mais difícil de ser desfibrada que a do sisal, as perdas são significativas e a fibra não é lavada; por isso, permanecem fragmentos de casca e de goma (clorofila), conferindo à fibra um aspecto cinza-escuro, além de predispor a fibra a ataques de fungo. Essa fibra se destina à confecção de matrizes termoplásticas para a fabricação de diferentes compostos, inclusive para a

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 5. Processo do desfibramento do caroá.

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 6. Detalhe da máquina e do desfibramento do caroá.

indústria automobilística (Fig. 8). Essa é uma nova alternativa de mercado que surge e apresenta potencial bastante grande para o consumo de fibras naturais. Nesse sentido, o caroá poderá constituir significativa fonte de fornecimento de fibra, gerando emprego e renda nas regiões marginais do Semi-Árido nordestino.

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 7. Fibra do caroá após o processo de desfibramento.

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 8. Fardos com a fibra do caroá.

A cultura do linho

O linho pertence à família Linaceae, e o gênero *Linum* tem 230 espécies; no entanto, apenas *L. usitatissimum* L. é de grande importância comercial (CATLING; GRAYSON, 1982). A espécie foi cultivada muito antes do registro da história antiga. Vestígios da planta foram encontrados já em achados arqueológicos da Idade da Pedra, na Suíça. A arte de trabalhar fibras de linho

em tecelagem era praticada com rara destreza pelos egípcios antigos (BALDANZI et al., 1988).

O linho têxtil e o linho oleaginoso pertencem à mesma espécie; o primeiro destinava-se à produção de fibras e o segundo, à produção de óleo, extraído da semente. O linho foi utilizado na tecelagem muito anteriormente à lã, porém foi mais refratário à utilização de máquinas em seus diversos processos de industrialização devido à formação de matéria cerosa entre suas fibras, o que dificultava o trabalho mecânico. Data de 1810, na França, a construção da primeira máquina fiandeira para trabalhar o linho (ASSIS BRASIL; SILVA, 1957).

O Canadá é atualmente um dos principais produtores do linho, com 909 mil toneladas anuais (média de 1995 a 2000), e é o principal exportador de grãos de linho. Tanto no Brasil como no Canadá, a maioria da área cultivada com linho destina-se à extração de óleo. Entretanto, mundialmente, observa-se interesse crescente no uso de fibras naturais para produção têxtil, bem como para outras aplicações industriais, devido à demanda de materiais recicláveis e biodegradáveis (TOMM et al., 2006).

As principais culturas de fibras de linho destinadas à produção de vestuário estão localizadas no norte da França e da Bélgica, regiões consideradas as mais apropriadas do mundo para a fabricação de tecidos finos e que detêm as melhores tecnologias de produção de linho. A antiga União Soviética, apesar de ter a maior área cultivada do mundo, apresenta baixíssimo índice de produtividade e um produto considerado de péssima qualidade (OLIVEIRA, 1997).

Na América do Sul, a maior área cultivada com linho encontra-se na Argentina, que alcançou, em 1936, a cifra recorde de 3.499.157 ha cultivados (ACOSTA et al., 1968).

No Brasil, o cultivo do linho foi introduzido por imigrantes portugueses no Estado de Santa Catarina no início do século 17. Mais tarde, por volta do ano 1800, a cultura alcançou o Rio Grande do Sul, onde, com a entrada dos imigrantes alemães, em 1824, teve grande desenvolvimento. Também a colonização italiana, a partir de 1875, embora em lavouras de pequeno porte, contribuiu para a expansão da cultura no estado. No Rio Grande do Sul, porém, os resultados mais promissores com a cultura foram alcançados quando objetivavam a extração de óleo da semente, ciclo iniciado por volta de 1918, em São Borja, com cultivares oleaginosas importadas da Argentina. Desde então a cultura tem-se caracterizado pela inconstância na área cultivada, chegando ao máximo de 64.491 hectares em 1965 e quase desaparecendo nos anos seguintes (FECOTRIGO, 1983).

O aparecimento do linho têxtil no Rio Grande do Sul data da época jesuítica nas reduções missionárias. Seu cultivo foi posteriormente abandonado pelos

indígenas, que o substituíram pelo algodão, por ser mais fácil de trabalhar. Foi somente em 1930 que a cultura se desenvolveu mais intensivamente, pois nessa época a empresa A. J. Renner & Cia. iniciou suas atividades com linho, importando sementes holandesas, que foram multiplicadas no Município de Farroupilha, o qual deu nome a uma das primeiras cultivares selecionadas nesse estado. Além da iniciativa particular, merecem especial atenção os trabalhos das Estações Experimentais mantidas pelo estado nos municípios de Encruzilhada do Sul e São Borja (ASSIS BRASIL; SILVA, 1957).

O uso da fibra de cultivares selecionadas para a produção de óleo e o emprego de cultivares específicas para a produção de fibras ainda é pouco comum no Brasil (TOMM et al., 2006).

O linho têxtil (Fig. 9) é uma planta de difícil cultivo, que não se adapta a qualquer tipo de solo, necessitando de sol e chuva em períodos certos para se desenvolver e produzir fibras de boa qualidade. Além disso, a planta exige muito do solo, sendo necessário realizar um rodízio de culturas na área plantada, de forma a permitir o “descanso” da terra por 4 anos, o que restringe bastante a disponibilidade de áreas para o seu cultivo (OLIVEIRA, 1997).

Foto: Paulo Kurtz



Fig. 9. A cultura do linho (*Linum usitatissimum* L.).

O cultivo dos linhos têxteis apresenta características que as distinguem dos linhos oleaginosos, a começar pela densidade de sementeira, que é mais concentrada, usando-se, normalmente, de 100 kg/ha a 120 kg/ha de semente, a fim de que as plantas obtenham maior altura e, em conseqüência, fibra de maior comprimento. Enquanto a colheita do linho oleaginoso é feita por meio de corte, no linho têxtil processa-se por arrancamento, que pode ser manual

ou mecânico; na Bélgica, onde a cultura se faz em pequenas propriedades, dá-se preferência ao arrancamento manual, que possibilita melhor colheita dos talos que fornecerão as fibras (FLOSS, 1983).

O setor têxtil nacional foi muito afetado pela abertura da economia em 1990, a qual não estabeleceu, de imediato, mecanismos que pudessem proteger a indústria contra as importações subfaturadas e o dumping comercial. A produção têxtil cresceu moderadamente entre 1990 e 1999. Analisando o consumo de fibras em 1999, apresentado na Tabela 1, verifica-se que o algodão permaneceu em posição de grande destaque, respondendo por 68 % do consumo total, enquanto o consumo de linho atingiu apenas 0,003 % (GORINI, 2000).

Tabela 1. Consumo de fibras no Brasil, em toneladas, no ano de 1999.

Fibras naturais	Quantidade (1.000 t)	Fibras químicas	Quantidade (1.000 t)
Algodão	1.049	Acetato	4
Lã	18	Acrílico	40
Rami	18	Poliamida	64
Juta	14	Poliéster	192
Linho	5	Polipropileno	92
Seda	4	Viscose	36
Total	1.108	Total	428

Fonte: Iemi (2000).

Apesar do pequeno peso na pauta de importações têxteis, as importações de fios (Tabela 2) apresentaram incremento expressivo, passando de US\$ 25 milhões em 1992 para mais de US\$ 130 milhões em 1995, com destaque para o decréscimo nas importações de fios de linho, que passou de US\$ 30,56 milhões, em 1991, para apenas US\$ 5,79 milhões em 1996 (GORINI; SIQUEIRA, 1996).

O linho é indicado para o verão graças à sua capacidade de absorção: consegue sugar até 20 % do seu peso seco em umidade, sem que isso seja perceptível ao toque. Por isso, quem usa roupas de linho fica com a sensação de frescor e conforto o tempo todo. Além disso, a suavidade do tecido vai aumentando conforme o uso. Versátil, o que diferencia a utilização para uma ou outra finalidade é o peso do tecido. Os mais finos rendem peças mais transparentes e fluídas, por isso são perfeitas para camisas e batas, geralmente feitas com cambraia de puro linho. Eles pesam entre 130 g/m² e 150 g/m². Para calças, ternos e vestidos, os tecidos mais grossos, bem como os mistos, são os mais

Tabela 2. Importações de fio pelo Brasil, em US\$ mil, entre 1991 e 1996.

Produto	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Algodão	9.061	2.394	20.583	29.638	71.517	43.218
Juta	335	237	440	599	2.233	1.521
Lã	968	508	675	1.631	2.729	1.329
Linho	30.561	17.029	25.405	15.018	15.586	5.786
Rami	452	2.689	5.518	2.858	2.795	2.106
Seda	5	55	15	66	32	187
Artificiais/Sintéticos	7.963	2.266	2.705	5.719	36.506	25.460
Outros	54	132	8	6	62	33
Total	49.399	25.310	55.349	55.535	131.460	79.640

Fonte: Carta Têxtil (vários números).

indicados. O peso deles é de cerca de 200 g/m², o que proporciona bom caimento da peça (MANEQUIM, 2006).

Os principais entraves da indústria do linho no Brasil são: problemas na estrutura de produção; parque fabril com atraso tecnológico e baixa produtividade; baixa renda per capita em contraste com o preço mais elevado do linho em relação às outras fibras; concorrência com os produtos chineses e dependência da importação de fibras, sinalizando que as empresas consumidoras dessa fibra deverão continuar importando sua matéria-prima básica. O Brasil dificilmente voltará a produzir fibras de linho, em razão de não apresentar competitividade internacional (OLIVEIRA, 1997).

As culturas da juta e da malva

As culturas da juta e da malva, já faz quase meio século, são importantes para a economia da região Amazônica, em razão da capacidade de fixação da população no campo e da utilização de forma produtiva das áreas de várzea na extensão do Rio Amazonas, mais especificamente nos municípios localizados à margem do rio, nos estados do Amazonas e do Pará. Isso se deve, em grande parte, à relativa facilidade de exploração regional dessas plantas e ao sucesso da comercialização das fibras no mercado nacional, aliados à extraordinária adaptação da juta na região e à presença da malva, nativa no Estado do Pará,

cultivada posteriormente no Estado do Amazonas (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007b).

A juta é uma planta têxtil da família das filáceas. As espécies são: *Corchorus capsularis* L., que atinge de 3 m a 5 m de altura e *Corchorus olitorius* L., com 1 m a 4 m de comprimento, sendo a primeira mais importante sob o ponto de vista têxtil (FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, 2007).

A história do cultivo de juta na Amazônia começa em 1930, com a chegada de uma missão japonesa, chefiada por Tsukasa Oyetsuka. Essa missão veio ao Brasil por ordem do governo daquele país, que havia assinado um contrato em 11 de março de 1927 com o governo do Amazonas, no qual este concedia 1 milhão de hectares de terra (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007b).

A juta é uma erva lenhosa, que alcança altura de 3 m a 4 m e o seu talo tem espessura de, aproximadamente, 20 mm, crescendo em climas úmidos e tropicais. A época de semear varia segundo a natureza e o clima. As plantas florescem 4 a 5 meses depois de semeadas e, imediatamente, inicia-se a colheita. A fibra útil é contida entre a casca e o talo interno, e a extração é feita pelo processo da maceração. As árvores, cortadas rente ao solo com foices, são limpas das folhas e postas em feixes dentro da água corrente ou parada. A alta temperatura das regiões nas quais é cultivada favorece a fermentação e, dessa forma, consegue-se a maceração em 8 a 10 dias, que permite a fácil retirada da casca da planta e a separação da fibra da parte lenhosa do talo (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007a). Completada essa etapa, quando as fibras são facilmente desprendidas da casca, faz-se o desfibramento e a lavagem, que consiste na retirada da casca das fibras. Feito isso, as fibras são batidas fortemente na água e lavadas completamente; para secar, estende-se a juta em varais ou estendais de secagem. Terminada essa operação, as fibras são batidas nas próprias estacas dos varais e são formados os manojos ou meadas ligeiramente torcidas, que são amarrados e assim enviados para o local do enfardamento, onde as fibras são classificadas e prensadas em fardos de até 180 kg (FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, 2007).

Estima-se que do cultivo da juta e da malva dependem, só na Amazônia, cerca de 20 mil famílias. A planta é cultivada em pequena escala, em áreas que variam de 1 ha a 4 ha, e o nível da tecnologia é de uma exploração familiar. Os sistemas de produção difundidos entre os jaticultores pelos órgãos de assistência técnica atuantes na região visam melhorar a qualidade do trabalho e aumentar a produtividade (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2005).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de juta nos estados do Amazonas e do Pará atingiu o montante de 2.326 toneladas no ano de 2004. O Estado do Amazonas responde por 52,9 %

do total e o Estado do Pará por 47,1 %. Em termos de rendimento médio por hectare, o Amazonas atingiu a cifra de 1.458 kg/ha, enquanto no Pará a produtividade média foi de 1.636 kg/ha (IBGE, 2004).

No período de 1990 a 2002 (Tabela 1), a produção de juta realizada no Estado do Amazonas decresceu 74,7 %: de 3,6 mil toneladas para 920 toneladas. A área plantada reduziu 83,6 %, passando de 3.133 hectares em 1990 para 511 hectares em 2002. A produtividade aumentou 54,5 %, passando de 1.165 kg/ha em 1990 para 1.800 kg/ha em 2002, o que fez com que as importações de juta em bruto evoluíssem de 6.052,7 t em 1996 para 11.012,5 t em 2001: um acréscimo de 82 % (FAGUNDES, 2002).

Nativa do meio amazônico, a malva (*Urena lobata* L.) pertence à família das malváceas. O plantio se restringe às regiões específicas dos estados do Pará, Amazonas e Maranhão, não sujeitas às inundações periódicas dos rios por serem terras altas (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007b).

Os primeiros dados da cultura datam de 1935, quando a produção atingiu 270 toneladas no Pará. Com safra quase sempre crescente, a produção alcançou seu ápice em 1976, quando chegou a 43 mil toneladas. Somente a partir de 1971, a malva começou a ser introduzida no Estado do Amazonas, mais propriamente nas várzeas altas, por iniciativa das indústrias locais de aniagem. No primeiro ano, a produção atingiu 1.750 t, incremento mais veloz que o observado no Pará. Em 1988, a produção chegou a 30.346 t, o que demonstra a grande aceitação entre os produtores das várzeas amazonenses (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007b).

A malva é uma fibra de maior resistência que a juta, porém menos sedosa e brilhosa. Ela é plantada em consórcio com a juta, sendo esta última plantada em várzea baixa e a malva em várzea alta, onde as terras são muito férteis. A produção média no Amazonas é de 1.600 kg/ha de fibra seca e vem sendo incrementada ano a ano. Como a juta, a malva é uma planta de ciclo curto e alta produtividade que, ao ser macerada, libera fibra longa, áspera e de coloração amarelada (COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL, 2007b).

A produção de malva no Brasil (Tabela 2) decresceu 35,2 %; passou de 18,5 mil toneladas em 1990 para 11,9 mil toneladas em 2002. A área de produção reduziu em 59,9 %, passando de 22,3 mil para 8,9 mil hectares. No mesmo período, a produtividade apresentou acréscimo de 1,07 %. O Brasil reduziu sua produção de juta e de malva na última década, acompanhando o movimento de declínio ocorrido na produção mundial. No entanto, as necessidades de abastecimento do mercado consumidor interno fazem com que o País passe a depender de importações de juta em bruto, provenientes de Bangladesh, em sua quase totalidade (FAGUNDES, 2002).

O potencial brasileiro na produção de juta e de malva na região Amazônica, a estrutura existente de produção de sementes das duas fibras, a dependência em relação às importações de juta em bruto e a necessidade de substituir importações agrícolas em áreas em que é competitivo, entre outros fatores, apontam para a necessidade de incentivar a retomada da produção dessas fibras em quantidades equivalentes às do início da década de 1990. A produtividade média de juta fibra nas duas últimas safras foi de 1.750 kg/ha em Bangladesh, 1.850 kg/ha na Índia e de 1.801 kg/ha no Brasil. Observa-se que a produtividade do Brasil é superior à média dos dois últimos anos em Bangladesh, o maior exportador mundial. A produtividade média de malva, também nas duas últimas safras, foi de 1.315 kg/ha. Dada a competitividade da produção nacional de juta com o produto importado, pode-se prever que a cultura deverá recuperar seu espaço de produção, que reduziu em 75 % entre 1990 e 2002 (FAGUNDES, 2002).

Referências

- ACOSTA, M. R. P.; PEREYRA, C.; NOCETTI, J. A. **Estudo agroecológico de alternativas en la producción de lino**. Pergamino: INTA - EERA Pergamino, 1968. 23 p. (INTA - EERA Pergamino. Informe Técnico, 82).
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – 1993. Rio de Janeiro: IBGE, v. 53, 1993. Seção 3, p. 20-47.
- ASSIS BRASIL, J. A. de; SILVA, B. O. da. **O linho**. I. Linho textil. II. Linho oleaginoso. Porto Alegre: Departamento Estadual de Estatística, 1957. 11 p.
- BALDANZI, G.; BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; MANARA, W.; MANARA, N. T. F.; VEIGA, P.; JARRAGO, M. F. S. **As lavouras de inverno** - 2: cevada, tremoço, linho, lentilha. Rio de Janeiro: Globo, 1988. v. 2. 184 p. (Coleção do Agricultor Sul; Publicações Globo Rural).
- BENNATI JUNIOR, R. Rami: da indústria têxtil à alimentação de animais. **Informações Agronômicas**, n. 39, p. 5-8, 1987b.
- BENNATI JUNIOR, R. **Rami**: planta têxtil e forrageira. São Paulo: Nobel, 1987a. 76 p.
- BRAGA, O. de S.; WOLLNER, W. C. **Contribuição ao conhecimento dos têxteis nacionais**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Ensino e Pesquisa Agronômica, 1941. 94 p.
- BRIAN, M.; WERFF, S. V. D. Global perspective. In: SINDIFIBRAS (Salvador, BA). **O sisal do Brasil**. Salvador, 2006. Cap. 8, p. 114-124.
- CARTA TÊXTEL. São Paulo: Abipt/Sinditêxtil. Vários Números.
- CATLING, D.; GRAYSON, J. **Identification of vegetable fibres**. London: Chapman and Hall, 1982. 106 p. Biblioteca(s): CNPA (LV 677-C365i ADC); CNPT (LV 633.5-C326i ADC).
- COMPANHIA TÊXTEL DE CASTANHAL. **A juta**. Disponível em: <<http://www.castanhal.com.br/index800.jsp>>. Acesso em: 27 abr. 2007a.
- COMPANHIA TÊXTEL DE CASTANHAL. **A juta**. Disponível em: <http://www.castanhal.com.br/monografia_juta>. Acesso em: 4 abr. 2007b.
- COMPANHIA TÊXTEL DE CASTANHAL. **Sobre a juta e malva brasileiras** com sacaria de juta todos ganham. Batata Show, v. 5, n. 13, dez. 2005. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista13_010.htm>. Acesso em: 28 fev. 2007.

- CORREA, M. P. **Fibras têxteis e celulose**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1919. 276 p.
- DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas** Fortaleza: Banco do Nordeste, 2004. 329 p.
- FAGUNDES, M. H. **Sementes de juta e malva**: algumas observações. 2002. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/sementes_juta_malva_internet.pdf> Acesso em: 27 abr. 2007.
- FECOTRIGO. Diretoria de Pesquisa e Assistência Técnica. **Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à II Reunião Estadual de Pesquisa e Assistência Técnica do Linho**. Cruz Alta, 1983. 63 p.
- FERREIRA, P. da S. **Produção de juta precisa de auxílio** Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/english/noticias/noticia>>. Acesso em: 28 fev. 2007.
- FLOSS, E. L. **Linho**: cultivo e utilização. Passo Fundo: UPF, 1983. 39 p. (UPF. Boletim Técnico, 3).
- FORNAZIERI JUNIOR, A. **Rami**: uma urticácea de muitos predicados. São Paulo: Icone, 1991. 79 p.
- FREIRE, E. C.; MEDEIROS, J. C.; ANDRADE, F. P. **Cultura do rami no Agreste nordestino** Campina Grande, Embrapa Algodão, 1996 (Circular Técnica 22)
- FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO. **Juta**. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/docs/iesam/mhn/juta.html>>. Acesso em: 15 fev. 2007.
- GORINI, A. P. F. **Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo** reestruturação e perspectivas. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 12, p. 17-50, set. 2000.
- GORINI, A. P. F.; SIQUEIRA, S. H. G. **O segmento de fiação no Brasil** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://www.federativo.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/fiacao>> Acesso em: 24 abr. 2007.
- GREENHALGH, P. Ramie fibre: production, trade and markets. **Tropical Science**, v 21, n. 1, p. 1-9, 1979.
- IBGE. **Lavoura temporária 2004**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php>> Acesso em: 15 fev.2007.
- IEMI. Instituto de Estudos e Marketing Industrial S/C Ltda. **Panorama conjuntural**, maio 2000.
- LEÃO, A.; JOAQUIM, A. P.; SAVASTANO JUNIOR, H.; LEAL, A. F.; NASCIMENTO, J. W. B. Novos usos. In: **O sisal do Brasil**. Salvador, BA: Sindifibras, 2006. Cap. 6, p. 63-81.
- MANEQUIM. **Linho**: o tecido ecológico. Editora abril, v. 551, abr. 2006. Disponível em: <<http://manequim.abril.com.edicoes/551/xtramoda/conteudo>>. Acesso em: 18 abr. 2007.
- MEDINA, J. C. **Plantas fibrosas da flora mundial** Campinas: IAC, 1959. 913 p.
- OLIVEIRA, M. H. **Principais matérias-primas utilizadas na indústria têxtil**. BNDES Informe Setorial, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/mprev>> Acesso em: 24 abr. 2007.
- SANTOS, J. D. Produção e consumo. In: **O sisal do Brasil**. Salvador, BA: Sindifibras, 2006. Cap. 4, p. 47-54.
- SILVA, O. R. R. F da.; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999. 205 p.
- SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S.; BANDEIRA, D. A.; COSTA, L. B. da; SOUZA, R. B. de. **O cultivo do sisal no Nordeste**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999 71 p. (Circular Técnica 30).
- SILVA, O. R. R. F. da; SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. S. da; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Cadeia produtiva. In: **O sisal do Brasil**. Salvador, BA: Sindifibras, 2006. Cap. 3, p. 16-22.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. S. da; COUTINHO, W. M. A história. In: **O sisal do Brasil**. Salvador, BA: Sindifibras, 2006. Cap. 3, p. 31-45.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. S. da; COUTINHO, W. M.; COSTA, L. B. da; CARTAXO, W. V. **Cultivo do sisal na região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 42 p. (Sistema de Produção, 5).

TOMM, G. O.; FLOSS, E. L.; GARRAFA, M.; BENETTI, V. **Indicações para o cultivo do linho no Rio Grande do Sul**. Giovelli & Cia. Ltda., 2006. 40 p.

VINCENZE, N. **A indústria brasileira de aniagem**. Rio de Janeiro: Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, 1947. 230 p.

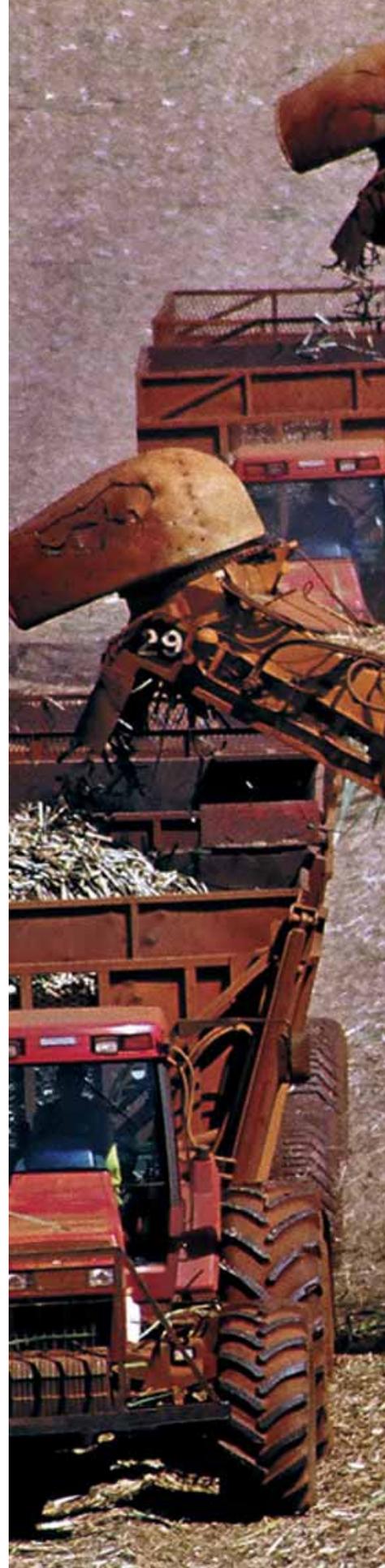
XAVIER, L.P. **O Caroá**. Natal: Emparn, 1982. 270 p.

ZIGGIATTI, L. Instituto estuda uso do rami para alimentação de animais. **Folha de São Paulo**. São Paulo, 8 jun. 1985. p. 23.

Parte 8

Agroenergia

Foto: Arquivo Usina São Martinho S.A.



Capítulo 1

Impulsionando a produção e a produtividade da cana-de-açúcar

Walane Maria Pereira de Mello Ivo
Raffaella Rossetto
Antonio Dias Santiago
Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa
João Nunes de Vasconcelos

Introduzida no Brasil pelos portugueses, a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) tornou-se, já no período colonial, uma das principais fontes de geração de recursos financeiros, graças ao grande valor do açúcar no mercado internacional, tendo sua produção incentivada pela Coroa Portuguesa. O primeiro engenho de açúcar do Brasil foi construído na Capitania de São Vicente, em 1533, e o segundo em Olinda, em 1535. Em meados do século 16, já existiam 60 engenhos em funcionamento no País.

Hoje, o País conta com mais de 300 usinas, com uma produção de cana que supera 457 milhões de toneladas, fazendo do Brasil o maior produtor mundial dessa cultura, com mais de 6 milhões de hectares cultivados (MAPA, 2007). Na safra de 2005/2006, foram fabricados cerca de 26 milhões de toneladas de açúcar e 16 milhões de metros cúbicos de álcool. A produtividade agroindustrial teve significativa evolução nos últimos anos, com a média da produtividade da região Centro-Sul oscilando entre 78 t/ha e 80 t/ha, em ciclos de cinco cortes. A qualidade desta matéria-prima, medida pela sacarose contida na planta, está entre 140 kg e 155 kg de açúcares totais por tonelada de cana (UNICA, 2007).

O quadro atual é resultado de inovações políticas, institucionais, científicas e tecnológicas, implementadas pelos setores público e privado, que impulsionaram a produção e a produtividade da cultura da cana-de-açúcar e de seus derivados, açúcar e álcool, entre outros produtos.

Esse histórico levou o País a apresentar um modelo energético ao mundo no qual, no auge do Programa Nacional do Álcool (Proálcool)¹ (entre 1983 e 1988), as vendas de carro a álcool chegaram a representar 95 % das vendas totais (MORAES, 2004), indicando o poder das inovações políticas, institucionais e tecnológicas implementadas. Hoje, o mesmo País, diante das perspectivas para o álcool com o lançamento de carros bicomcombustível, com a produção de biodiesel, com o aumento das exportações e a criação de um mercado de créditos de carbono, tem como um dos seus maiores desafios produzir álcool para atender às demandas interna e mundial.

Neste capítulo, serão apresentadas as principais inovações que determinaram o expressivo crescimento da cana-de-açúcar no Brasil. O capítulo seguinte tratará das tecnologias que impulsionaram a produção de álcool e de açúcar e que transformaram o País na maior liderança mundial desse mercado, além de trazer informações sobre a produção de energia.

Inovações políticas

As principais inovações políticas que incentivaram o aumento da produção e da produtividade da cana-de-açúcar no Brasil aparecem, com maior ênfase, a partir da década de 1970. Essas políticas eram comandadas pelo Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), desde 1933, ano de sua criação. Esta era a principal instituição reguladora da produção sucroalcooleira e das relações entre os vários agentes produtores.

Incentivados pela alta do preço do açúcar no início da década de 1970, os empresários do setor, contando com incentivos oficiais do Programa de Modernização da Agroindústria Canavieira, elevaram a capacidade de produção de 5,4 milhões de toneladas para 11,4 milhões de toneladas de açúcar por safra, focando no mercado internacional (RIDESA, 1995). Neste período, os preços do petróleo no mercado internacional sempre foram considerados baixos. Porém, em 1973 houve elevação do preço do barril em quatro vezes, passando de US\$ 3,00 para US\$ 12,00. Nesta mesma época, o Brasil importava, aproximadamente, 85 % do petróleo consumido internamente, percentual muito alto quando comparado com os 20 % no início dos anos de 1950. Em 1974, o País gastava com importação de petróleo 22,7 % do valor das importações, número que elevou-se vertiginosamente até o patamar de 44,5 %

¹ Programa governamental que engloba políticas energéticas, industriais, agrícolas, de transportes, de comércio exterior, sociais, trabalhistas e ambientais. O Proálcool foi um programa de substituição, em larga escala, dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool, financiado pelo governo do Brasil a partir de 1975 por causa da crise do petróleo em 1973, e intensificou-se depois da crise de 1979. Em 14 de novembro de 1975, o Decreto nº 76.593 cria o Proálcool. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3-C%C3%A1lcool>>. Acesso em 10 jun. 2007.

em 1980, logo após a segunda crise de preço ocorrida em 1979, quando o preço do barril chegou a US\$ 32,00 (ITURRA, 2004). Além disso, em meados de 1975, o preço do açúcar no mercado internacional sofreu significativa queda, o que agravou a situação tanto dos empresários do setor como do governo.

Até então o álcool era considerado produto secundário na cadeia produtiva da cana-de-açúcar; porém, diante da situação de crise financeira da balança comercial e da busca de soluções viáveis para diminuir a dependência de combustível fóssil, aliada à pressão de representantes do setor produtivo, o governo federal criou o Proálcool, com objetivo de incentivar a produção de álcool a partir de qualquer matéria-prima. Foi, provavelmente, a mais importante inovação política implementada na história do País visando ao aumento de produção da cana-de-açúcar.

O Proálcool pode ser dividido em três fases, a saber: a) implantação de destilarias de álcool anexas às usinas de açúcar, empreendimentos de rápida maturação que proporcionaram o crescimento da produção do tipo anidro; b) implantação de destilarias autônomas em novas áreas de produção de álcool, a partir de 1979, iniciando a produção do álcool hidratado destinado ao uso direto nos automóveis; e c) ampliação, em 1985, dos aspectos qualitativos no tocante à produtividade agrícola, à eficiência industrial e aos aprimoramentos dos diversos aspectos do consumo (ITURRA, 2004).

Até 1989, o governo brasileiro investiu US\$ 7 bilhões no programa, em subsídios e pesquisas, entre outros (RUIZ, 2006). Como resultados obtidos pelo Proálcool destacam-se a contribuição para o equilíbrio nas contas externas, a geração de empregos, o aumento da arrecadação fiscal, a diminuição da poluição ambiental em razão do uso do álcool; e o desenvolvimento de tecnologia nos setores agrícola e industrial, tornando o País menos dependente externamente em um setor vital da economia, o energético (LIMA et al., 1995).

Porém alguns problemas surgiram como consequência desse programa. Nessa época, a agricultura era praticamente desvinculada das questões ambientais. Assim, as mudanças na agricultura e na estrutura fundiária impulsionadas pelo Proálcool trouxeram consequências ao ambiente, advindas do monocultivo e da exploração não-sustentável de recursos naturais como água e solo. Houve agravamento de, pelo menos, dois grandes problemas ambientais: a) a degradação de ecossistemas e a poluição atmosférica causada pelas queimadas; e b) a poluição de cursos d'água e do lençol freático causada pela aplicação excessiva da vinhaça in natura (SZMRECSÁNYI, 1994).

Com a expansão da área de cana, caiu o número de pequenos agricultores que se dedicavam à subsistência, e cresceu o número de grandes propriedades,

fazendo surgir a figura do “bóia-fria”, o empregado temporário que atende aos períodos de maior demanda de trabalho, como a colheita e o plantio.

A partir de 1990, o setor sucroalcooleiro nacional voltou a sofrer interferências políticas importantes, como a desregulamentação do setor e a extinção do IAA, que trouxe como consequência a liberação dos preços da cana, do açúcar e do álcool (MENEGUETTI, 1999). A política econômica, com o objetivo de controlar a inflação, lançou diversos planos econômicos, inclusive com congelamento de preços, o que também contribuiu para aumentar a crise no setor canavieiro. Como reflexo, verificou-se o fechamento de 130 unidades produtoras de álcool no período de 1987 a 1997.

A partir daí, diferentes estratégias de concorrência foram adotadas pelas empresas do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. Para IEL (2005), o progresso técnico é um dos elementos fundamentais dessas estratégias porque a saída do Estado tornou as relações no interior do complexo (usineiros/fornecedores e usineiros/trabalhadores) totalmente privadas, permitindo a concorrência dentro do sistema agroindustrial.

Inovações institucionais

No campo das inovações institucionais, o impulso para o aumento de produção e produtividade da cana-de-açúcar era alimentado ora pela iniciativa privada ora pelo setor público, com forte interação entre os setores em determinados momentos. Ximenes Filho (1997) relata que, já no ano de 1966, pela necessidade de ampliação de novas fronteiras agrícolas no Nordeste, o que criou a demanda por novos conhecimentos científicos e tecnológicos para a cana-de-açúcar, surgiu a Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Alagoas (Eeca), iniciativa de convênio entre o Sindicato da Indústria e do Alcool do Estado de Alagoas e o IAA, que passou em 1971 para a gestão do IAA/Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar). Além dessas instituições com trabalhos focalizados na cultura da cana-de-açúcar, vários institutos de pesquisa e universidades vêm impulsionando o cultivo e o processamento da cana, destacando-se: o Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo, instituição centenária na geração de tecnologia para a cultura; a Estação Experimental de Campos, no Rio de Janeiro; e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq).

Este impulso institucional dos órgãos que geravam conhecimento para a cadeia produtiva da cultura começou a diminuir, ainda segundo o relato de Ximenes Filho (1997), em meados de 1980, quando o governo federal sinalizava a intenção de gradativamente reduzir os recursos destinados à

mais importante instituição governamental a conduzir pesquisas com a cana-de-açúcar, o Planalsucar, o qual conseguiu sobreviver até 1990. A partir daí, todo seu acervo e recursos humanos foram transferidos para sete universidades federais em estados que atuavam em cana-de-açúcar, quais sejam: Universidade Federal de Alagoas; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Universidade Federal de Sergipe; Universidade Federal de São Carlos, no Estado de São Paulo; Universidade Federal do Paraná; Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais; e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Essas universidades deram continuidade, dentro das restrições financeiras existentes, ao trabalho do antigo Planalsucar, tendo absorvido os pesquisadores, a infra-estrutura e o acervo tecnológico do antigo órgão. Hoje o trabalho é feito de forma integrada, pela Rede Interinstitucional de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), apoiada por cerca de 260 parceiros do setor, com destaque para o trabalho em melhoramento genético, que disponibiliza para o setor produtivo materiais com altíssima produtividade e teor de açúcar.

Destaca-se também a criação, pela iniciativa privada, de entidades para geração e transferência de tecnologia para a cana e seus derivados, no momento em que o Poder Público se afastava gradualmente da cadeia sucroalcooleira. Este foi o caso do Centro de Tecnologia da Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar), em Piracicaba, São Paulo, que se estabeleceu como um dos maiores centros de pesquisa da cana-de-açúcar no Brasil, e deu origem ao Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e ao Núcleo de Absorção e Transferência de Tecnologia (Natt), da Cooperativa Regional dos Produtores de Açúcar e Álcool de Alagoas, em Maceió.

Inovações técnicas e científicas

Os investimentos para a geração de tecnologia visando à maior competitividade da cadeia produtiva da cana-de-açúcar estão diretamente relacionados com as inovações políticas e institucionais que levaram o Brasil a ser o maior produtor mundial da cultura. Como foi relatado anteriormente, a criação e a articulação de instituições de pesquisa públicas e privadas é que permitiram, juntamente com outros fatores, a produção dos mais de 457 milhões de toneladas de cana na safra 2006/2007 (MAPA, 2007).

A década de 1970 foi o período de maior demanda tecnológica da cana-de-açúcar, em razão da implantação do Proálcool e da modernização do parque

industrial açucareiro (XIMENES FILHO, 1997). Esse boom tecnológico foi gerado, principalmente, pela criação do Planalsucar e por investimentos de outras instituições de pesquisa existentes, destacando-se as tecnologias descritas a seguir.

Melhoramento genético da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta do gênero *Saccharum*, existindo pelo menos seis espécies desse gênero. A cana-de-açúcar cultivada é um híbrido multiespecífico, que recebe a designação *Saccharum* spp. Até a terceira década do século 20, as cultivares utilizadas no Brasil eram importadas de outros países. Atualmente são cultivados híbridos da sexta à décima geração, resultantes de cruzamentos interespecíficos entre *Saccharum officinarum* L., *S. barberi* Jeswiet, *S. sinense* Roxb., *S. spontaneum* L. e *S. robustum* E. W. Brandes & Jeswiet ex Grassl.

Trabalhos pioneiros de melhoramento genético foram desenvolvidos a partir de 1934 pelo IAC, em São Paulo, e pelo Ministério da Agricultura, em Campos, no Rio de Janeiro, gerando importantes cultivares, com destaque para: IAC48/65, IAC58/205, IAC52/150, do IAC; e CB41-76, CB45-3, CB46-47 e CB47-355, desse Ministério.

No final da década de 1960 surgiram dois novos programas de melhoramento: o do Centro de Tecnologia Copersucar (sigla SP) e o do Planalsucar (sigla RB), que contribuíram significativamente para a elevação da produtividade da agroindústria canavieira nas três últimas décadas e deram sustentação aos objetivos iniciais do Proálcool. O programa do Centro de Tecnologia Copersucar, atual CTC, mantido por empresas do setor, já disponibilizou 50 cultivares de cana, entre as quais se destacam: SP70-1143, SP70-1284, SP71-1406, SP71-6163, SP71-799, SP79-1011, SP80-1842, SP80-3280, SP80-1816, SP81-3250, SP83-2847, SP86-42, SP87-365 e SP91-1049. Esse programa tem sede em Piracicaba, São Paulo; seu banco de germoplasma e estação de hibridação estão em Camamu, na Bahia, e a maioria das estações de seleção e experimentação está localizada em São Paulo. Já o programa do Planalsucar contava com banco de germoplasma e estação de hibridação na Serra do Ouro, em Murici, Alagoas, e estações experimentais encontravam-se distribuídas nas diversas regiões canavieiras do Brasil. Esse programa liberou 18 cultivares, destacando-se: RB72454 (a mais cultivada na última década), RB725128, RB725147, RB735275, RB739735, RB765418 e RB785148.

Com a extinção do Planalsucar, em 1990, e com as pesquisas em cana-de-açúcar passando a ser administradas pela Ridesa, as atividades de obtenção de cultivares RB iniciaram-se na Serra do Ouro. Lá, está localizado o banco de germoplasma de cana-de-açúcar, com cerca de 2.500 acessos, onde são realizados mais de 3 mil cruzamentos genéticos anualmente. As cariópses dão origem a mais de 2 milhões de plântulas por ano, que são distribuídas em 45 diferentes ambientes estrategicamente localizados em toda a região canavieira do Brasil, de acordo com clima, solo, época de plantio e época de colheita. Iniciam-se aí os processos de seleção, experimentação, avaliação de doenças, multiplicação, intercâmbio de clones entre as regiões. São necessários de 10 anos a 12 anos para a obtenção de uma cultivar comercialmente adequada à produção.

Após a criação dessa rede, já foram liberadas para os produtores 37 cultivares RB, destacando-se o nível de adoção dessas inovações tecnológicas, haja vista que, atualmente, elas são cultivadas em mais de 60 % da área canavieira do País, atingindo 80 % em algumas regiões. As mais importantes cultivares nas diversas regiões do País foram: RB75126, RB813804, RB83102, RB835054, RB835089, RB835486, RB845210, RB845257, RB855035, RB855113, RB855156, RB855536, RB855453, RB867515, RB863129, RB92579, e RB93509.

No início da década de 1970, antes do Proálcool, a produtividade média brasileira era de 49 t/ha de cana, com rendimento médio de 87 kg de açúcares redutores totais (ART) por tonelada de cana. Os rendimentos médios atuais são da ordem de 80 t/ha e 140 kg de ART por tonelada de cana. Isto corresponde a um crescimento geométrico médio da qualidade da matéria-prima da ordem de 1,4 % ao ano. Grande parcela dessas conquistas deve-se ao uso de cultivares melhoradas, cujo impacto econômico é marcante, pois a substituição de cultivares que promovam ganho de um ponto percentual a mais na sacarose pode resultar em ganhos líquidos anuais de R\$ 4,00² por tonelada de cana (SOUZA, 2005b).

O uso de cultivares melhoradas ainda promoveu benefícios indiretos, como: uso de materiais genéticos precoces, que permitiram a antecipação da safra em mais de dois meses na região Centro-Sul; substituição de cultivares em razão do surgimento de novas doenças, como carvão (*Ustilago scitaminea* Sydow), ferrugem (*Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow) e amarelinho (*Xylella fastidiosa* Wells et al.); uso de cultivares resistentes a pragas e a doenças, eliminando o emprego de agrotóxicos; uso de cultivares tolerantes a estresses causados pela seca, geada e florescimento; e o cultivo de genótipos mais eficientes na utilização de nutrientes e irrigação. Esses programas de pesquisa apresentaram, assim, grande eficiência e eficácia nos últimos 30 anos, proporcionando incalculável retorno aos investimentos aplicados pelo governo e pela iniciativa privada.

² US\$ 2,26; valor do dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

Apesar dessas conquistas, ainda há grande espaço a ser perseguido para a obtenção de avanços de produtividade e qualidade, uma vez que o potencial genético da cultura atinge patamares acima de 300 t/ha de biomassa (colmos e folhas). Por ter genoma complexo, com número diplóide de cromossomos entre 70 e 120, a cana-de-açúcar é um desafio para a biologia molecular e as modernas técnicas do melhoramento genético.

O projeto SucEST, instituído com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), gerou seqüências ESTs (*Expressed Sequence Tags*) com alto valor científico, definindo o emprego de diversos tipos de genes. Esses resultados têm possibilitado realizar as etapas da hibridação e da seleção assistidas por ferramentas de marcadores moleculares, bem como realizar transformações genéticas, e assim obter inovações mais eficientes e mais efetivas (MOLINARE, 2006). Desde então foram criadas novas oportunidades científicas e comerciais para o melhoramento da cana, agora focadas na biotecnologia.

Nos últimos anos a iniciativa privada tem investido maciçamente nesta área, a exemplo do CTC e do Grupo Votorantim, que fundou a CanaVialis e a Alellyx, tendo como objetivo a obtenção de cultivares apoiada na biotecnologia e na transgenia. Porém, há necessidade de mais recursos para o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas, pois o setor produtivo investe atualmente apenas 0,25 % do faturamento bruto de suas empresas, valor inferior aos 2 % praticados nos anos de 1980, na época do Proálcool (MACEDO, 2006).

Além desses programas, vários projetos com organismos geneticamente modificados estão em andamento em diversos centros de pesquisa do Brasil, focados no aumento da sacarose e na tolerância da cana a herbicidas, a pragas e à seca. Após a validação, os materiais genéticos devem: ser competitivos, demonstrar resultados com vantagens comparativas no campo e na indústria, para posterior adoção pelo produtor, além de possuírem o fator aceitação do consumidor. Estima-se que essas inovações sejam praticadas comercialmente a partir de 2013.

Controle integrado de pragas

A cultura da cana-de-açúcar é atacada por uma série de pragas que, se não forem controladas adequadamente, promovem significativas perdas de qualidade e, conseqüentemente, perdas econômicas. As inovações tecnológicas alcançadas na área de controle integrado das principais pragas da cana-de-açúcar foram determinantes para a expansão do seu cultivo no Brasil. Merecem destaque o controle biológico da broca-da-cana, *Diatraea* spp.

(Lepidoptera, Crambidae) e da cigarrinha-da-folha, *Mahanarva posticata* Stal (Hemiptera, Cercopidae).

A *Diatraea* spp. é considerada, por vários autores, como o principal inseto que inibe as plantas da cana-de-açúcar de expressarem todo seu potencial produtivo. Segundo Campos e Macedo (2004), isso resulta da amplitude de distribuição, da intensidade do ataque e dos danos econômicos provocados por essa praga.

Os prejuízos podem ser diretos – redução de produtividade de colmos e falhas na brotação – e indiretos, refletidos principalmente na indústria, seja pela inversão da sacarose, seja pela maior possibilidade de contaminação durante o processo de fermentação. Segundo Entomologia... (2002), os orifícios e galerias abertos pela broca podem permitir a penetração de fungos (*Colletotrichum falcatum* Went. e *Fusarium moniliforme* Sheld.) que invertem a sacarose, diminuindo a pureza e dando menor rendimento em açúcar e álcool.

Em razão dos graves problemas ocasionados por essa praga, foi criado, no início da década de 1970, o Programa Nacional de Controle Integrado da Broca-da-Cana-de-açúcar *Diatraea* spp., com o objetivo de dinamizar o controle desse inseto no Brasil. Para Gitahy et al. (2006), trata-se do maior programa de controle biológico do mundo, que teve como base a utilização do parasitóide das larvas conhecido como *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenopta, Braconidae). O primeiro relato sobre o ataque da ordem Lepidoptera em cana-de-açúcar no Brasil foi publicado em 1859. Até hoje os danos provocados representam os maiores prejuízos fitossanitários à cultura.

Com vistas a controlar a broca-da-cana-de-açúcar, o pesquisador do Planalsucar, Artur Ferreira Mendonça Filho, introduziu no Estado de Alagoas, em 1974, o parasita *C. flavipes*, que se adaptou muito bem na região, possibilitando a implantação do citado programa. Em um período de 10 anos, Macedo et al. (1984) verificaram queda da intensidade de infestação média da praga de 8,55 % para níveis ao redor de 2,5 % e aumento do parasitismo médio de larvas de 5,6 % para 28,7 %. Neste período, foram produzidos, só no Estado de Alagoas, 415.941.137 casulos de *C. flavipes*, dos quais 104.432.746 pelo Planalsucar e 311.508.391 pelos laboratórios das unidades produtoras; foram liberados 338.346.713 adultos desse parasita nos canaviais (MENDONÇA et al., 1984). Dessa forma, foi possível acumular um ganho de 494.075.900 kg de açúcar.

Com relação à cigarrinha-da-folha, Mendonça (2005) descreve que todos os gêneros de cigarrinhas da cana-de-açúcar pertencem à família Cercopidae, ordem Hemiptera, e recebem denominações de acordo com a região do País onde ocorrem, os danos que ocasionam e, especialmente, a localização das ninfas na

planta. Durante o período de expansão da cultura, como reflexo do Proálcool, a cigarrinha-das-folhas tornou-se uma das principais pragas, pela intensidade dos ataques e pelos prejuízos na produção e qualidade da matéria-prima.

Para o controle dessa praga, foi utilizado o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., agente biocontrolador que até os dias atuais é usado com eficiência, até mesmo no controle da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stal, que vem constituindo grave praga da cultura nos estados de São Paulo e Alagoas nos últimos anos. Há tendência de essa praga se tornar mais séria em razão do aumento da área de colheita sem despalha a fogo. A tecnologia do controle biológico de pragas da cana-de-açúcar permitiu significativa redução da população dos insetos, sem agressão ao meio ambiente, aliada a menores custos.

Adubação, calibração de análises de solo e uso de corretivos

Um dos desafios para o desenvolvimento da cana-de-açúcar no Brasil foi o estabelecimento de inovações tecnológicas na área de adubação. Tais inovações possibilitaram melhor exploração do potencial genético da cultura por meio da obtenção de altas produtividades em áreas mais aptas ao seu cultivo, bem como pela ocupação de novas áreas com solos de baixa fertilidade natural. Esse processo de expansão da área cultivada com a cana ocorreu de forma acentuada no período do Proálcool, a exemplo da ocupação dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, área predominantemente de Mata Atlântica, onde os solos apresentavam-se ácidos, com baixo conteúdo de bases e de fósforo.

Ensaio de adubação, de calibração de análises de solo e de uso de corretivos e resíduos agroindustriais passaram a ser um dos focos de instituições de pesquisa como o Planalsucar, a Copersucar, o IAC e a Esalq. Neste sentido, as atividades na área de Solos e Adubação do Planalsucar desenvolveram-se dentro de quatro grandes projetos nacionais: a) sistemas de avaliação das necessidades de adubação da cana-de-açúcar; b) uso de corretivos para os solos; c) fontes e sistemas de aplicação de fertilizantes; e d) uso de resíduos agroindustriais (PLANALSUCAR, 1984). A integração dos resultados das pesquisas de todas estas instituições gerou tabelas de recomendação para os principais elementos absorvidos pela cana-de-açúcar. As Tabelas 1, 2 e 3 trazem algumas dessas recomendações para nitrogênio, fósforo e potássio.

Tabela 1. Recomendação da adubação para cana-planta.

Produtividade esperada (t/ha)	Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (mg/dm ³)			
		0–6	7–15	16–40	> 40
		P ₂ O ₅ (kg/ha)			
<100	30	180	100	60	40
100–150	30	180	120	80	60
>150	30	-	140	100	80

Produtividade esperada (t/ha)	Potássio trocável (mmol _c /dm ³)				
	0–0,7	0,8–1,5	1,6–3,0	3,1–6,0	> 6
	K ₂ O (kg/ha)				
< 100	100	80	40	40	0
100–150	150	120	80	60	0
> 150	200	160	120	80	0

Fonte: Rajj et al. (1996).

Tabela 2. Recomendação da adubação para cana-soca.

Produtividade esperada (t/ha)	Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (mg/dm ³)		Potássio trocável (mmol _c /dm ³)		
		0–15	> 15	1,5	1,5–3,0	> 3,0
		P ₂ O ₅ (kg/ha)		K ₂ O (kg/ha)		
< 60	60	30	0	90	60	30
60–80	80	30	0	110	80	50
80–100	100	30	0	130	100	70
> 100	120	30	0	150	120	90

Fonte: Rajj et al. (1996).

As inovações tecnológicas focalizaram não só a fertilização do solo como também a solução de problemas ambientais. Tal interação ficou muito bem materializada na recomendação do uso de vinhaça como fonte de nutrientes, principalmente potássio. Quando a vinhaça é aplicada, a fertilização mineral pode ser substituída completamente como pode ser visto na Tabela 4 (KORNDORFER et al., 2005), com ganhos de 15 a 35 toneladas de cana por hectare. Assim, nas socarias, o potássio é normalmente aplicado por fertirrigação com vinhaça, principalmente nas áreas próximas às usinas. A utilização de outros resíduos, bem como da vinhaça, será discutida mais detalhadamente no item sobre uso de resíduos agroindustriais.

Tabela 3. Recomendação de adubação fosfatada (kg P_2O_5 /ha), conforme das classes de fertilidade e da relação w/t (preço da tonelada de cana/preço do quilograma de nutriente) na Região Nordeste do Brasil.

Fósforo no solo (ppm)	< 5	5,1–10	10,1–18	18,1–36	> 36
w/t	Índice de fertilidade				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	P_2O_5 (kg/ha)				
17	170	90	60	20	0
22	185	100	75	30	0
27	195	110	85	40	10
32	200	115	95	50	15

Fonte: Planalsucar (1984).

Tabela 4. Recomendações de doses de vinhaça em função do conteúdo de potássio no solo.

Potássio no solo (mg/dm ³)	Quantidade de K_2O fornecida pela vinhaça (kg/ha)
< 80	360
80 a 120	216
121 a 150	180
> 150	90

Fonte: Korndorfer et al. (2005)

Apesar de a cana-de-açúcar apresentar tolerância à acidez do solo, a relação entre a presença de cálcio no solo e o maior desenvolvimento das raízes reforçou a necessidade de estudos com calcário e gesso nas áreas de cultivo. De acordo com Demattê (2004), historicamente os resultados relacionados ao uso de calcário mostraram-se controversos, principalmente em relação às respostas na produtividade. Ainda segundo este autor, apenas a partir de meados da década de 1980 foi que este tema tomou rumo mais consistente, com os resultados apresentando uma linha de recomendação mais segura, até mesmo pelo refinamento dos diferentes métodos de recomendação de calcário.

Tais estudos fizeram com que a necessidade de calagem fosse determinada, com maior frequência, com base em duas expressões. A primeira, desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Copersucar, é $NC = (3 - (Ca + Mg) * 100) / PRNT$, onde NC é a necessidade de calagem em t/ha a 20 cm de profundidade,

Ca + Mg em cmol/dm^3 e PRNT é o poder relativo de neutralização do calcário. Neste caso, em função da resposta da cana ao corretivo em solos de alta Capacidade de Troca de Cátions ($\text{CTC} > 5,5 \text{ cmol/dm}^3$) e baixo Índice de Saturação de Bases ($V < 15\%$), devem-se utilizar, pelo menos, duas toneladas a mais de calcário por hectare do que a quantidade recomendada. A segunda fórmula, desenvolvida pelo IAC, leva em conta a CTC do solo, e baseia-se na saturação de bases a ser alcançada: $\text{NC} = 100(V_f - V_i) * \text{CTC} / \text{PRNT}$; onde V_f é o Índice de Saturação de Bases desejado (60%), V_i é a Saturação de Bases do solo, PRNT é o Poder Relativo de Neutralização Total e CTC é a Capacidade de Troca de Cátions do solo em cmol/dm^3 , sendo que esta fórmula é utilizada para várias culturas no Brasil. Posteriormente, as inovações tecnológicas também se voltaram para o uso do gesso em áreas de produção de cana, visando à recuperação química em profundidade, fornecendo cálcio e enxofre para a cultura e permitindo, assim, a exploração de maior volume de solo pelas raízes.

Novas cultivares de cana-de-açúcar, muito mais exigentes e produtivas, estão sendo desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético, o que deverá exigir inovações tecnológicas na recomendação de adubos minerais e orgânicos, passando pelo refinamento das doses já estudadas e recomendadas, até mesmo para micronutrientes.

Outro tema que merece refinamento é a adubação nitrogenada. A resposta da cana-planta às aplicações de fertilizantes nitrogenados é um assunto polêmico e que necessita de maiores estudos. Quando ocorre, a resposta traduz-se em pequenos ganhos na produtividade. Concorre para a baixa resposta, a alta taxa de mineralização do nitrogênio da matéria orgânica do solo, que é favorecida pelo preparo do solo e pelo clima do verão com temperatura e umidade alta. Além disso, práticas agrícolas como calagem e gessagem, que estimulam o crescimento das raízes, aumentam a eficiência de uso do nitrogênio proveniente do solo (DEMATTE, 2004). O nitrogênio contido nos rebolos que compõem as mudas também é responsável pelo acréscimo ao sistema; e a fixação biológica do ar atmosférico, além da reabsorção de NH_3 pela parte aérea, são outras fontes de entrada que contribuem para o acúmulo de nitrogênio na planta. O nitrogênio fornecido pelo fertilizante, mesmo em baixa dosagem, e fornecendo pequenos acréscimos na produtividade, é importante para garantir bom estabelecimento da cultura e garantir maior longevidade ao canavial. Por esta razão, recomenda-se entre 30 kg/ha e 90 kg/ha de nitrogênio para o cultivo da cana-planta (DIAS; ROSSETTO, 2006).

Investimentos futuros em inovações tecnológicas voltadas para o estudo da dinâmica do nitrogênio, focados principalmente no processo de fixação biológica por bactérias diazotróficas ou outras formas de absorção pela planta, poderão estabelecer grande salto tecnológico para a cultura. Nesse sentido, além do viés econômico, o aspecto ambiental será de grande importância,

uma vez que potencializar a absorção do nitrogênio, via fixação biológica, indicará diminuição ou exclusão do uso de fertilizantes nitrogenados, o que deverá resultar em redução de emissões de gases de efeito estufa.

Uso de resíduos agroindustriais

A agroindústria canavieira, em razão de extensas áreas de produção, é geradora de grandes quantidades de resíduos. Entretanto, pela natureza orgânica, ausência de contaminantes e baixa concentração de metais ou outros compostos indesejáveis, esses resíduos têm alto valor agregado. São utilizados como fertilizantes ou como fonte de energia e, dessa forma, retornam em sua quase totalidade para o próprio sistema produtivo da cana-de-açúcar. Assim, a indústria sucroalcooleira, que nos anos de 1970 era considerada altamente poluidora, passou por processos inovativos que a colocam hoje como exemplo a ser seguido, principalmente no gerenciamento e na infra-estrutura desenvolvidos para o uso de todos os resíduos gerados na própria cadeia produtiva. A Fig. 1 apresenta as fases do processamento em que ocorrem a geração dos resíduos e o balanço de massa, considerando situações médias atuais.

Avanços tecnológicos nos processos e equipamentos industriais foram responsáveis pela geração de menores quantidades de resíduos por tonelada de cana moída. A água de lavagem da cana, consumida em grandes

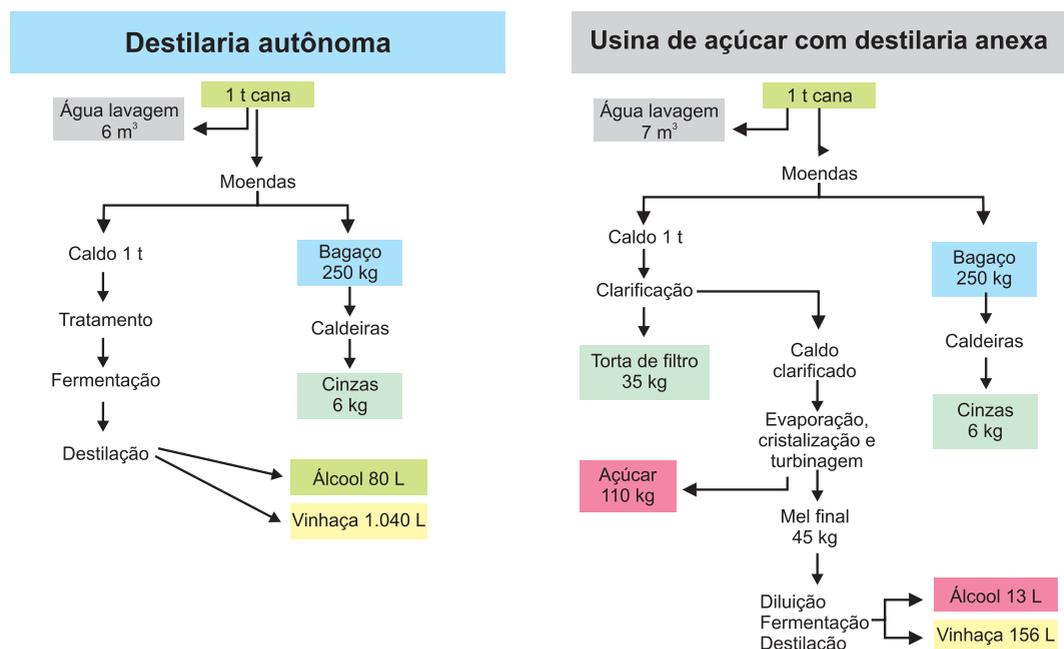


Fig. 1. Fases do processamento do açúcar e do álcool e as quantidades geradas de resíduos.

Fonte: Atualizado de Orlando Filho et al. (1983).

quantidades no passado, teve seu uso racionalizado pela introdução de processos de reciclagem ou mesmo pela ausência de lavagem da cana nos sistemas de colheita mecanizada, sem queima prévia do canavial.

A quantidade de vinhaça gerada por tonelada de cana também diminuiu por causa da maior eficiência, tanto da fermentação como do processo de destilação.

Quanto ao bagaço, as quantidades geradas por tonelada de cana moída também diminuíram, principalmente por causa da introdução de cultivares de cana com maior riqueza em açúcar e menor teor de fibra. Além disso, ao longo dos anos, o bagaço teve seu status elevado, passando a subproduto, cujo alto valor agregado permite que seja atualmente considerado tão importante e lucrativo quanto os produtos tradicionais da cana, quais sejam, o açúcar e o álcool. O bagaço é utilizado para a produção de energia, tanto para mover a agroindústria canavieira – onde gera vapor na queima em caldeiras, cada vez mais potentes e eficientes – como para gerar energia elétrica, comercializada com as concessionárias.

A utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira passou por várias mudanças ao longo dos anos. Além da preocupação com a maior eficiência agrônômica e a otimização no gerenciamento do uso desses resíduos, a maior consciência ecológica mundial, desenvolvida após os anos de 1990, exigiu que o setor se organizasse diante dos novos problemas advindos do uso de quantidades grandes de resíduos nos solos, como a lixiviação de elementos químicos e o conseqüente carreamento para águas de subsuperfície e a poluição de aquíferos.

Inovações no uso da vinhaça

A tecnologia de uso da vinhaça foi praticamente toda desenvolvida no Brasil, por não existir outro país com geração tão grande desse tipo de resíduo. Os primeiros estudos para aplicação da vinhaça nos solos datam da década de 1950 e foram realizados na Esalq. Nessa época, a vinhaça era jogada nos rios e, em razão de sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), causava grande mortandade de peixes. Dessa forma, por meio do Decreto-Lei nº 303, de 28 de fevereiro de 1967, ficou proibida a disposição da vinhaça nos rios, lagos e cursos de água.

Após essa proibição, a primeira solução encontrada foi a aplicação da vinhaça nas chamadas áreas de sacrifício, áreas muito próximas às usinas e destilarias, onde grande quantidade de vinhaça era depositada. Essa prática causava a poluição do solo pelo excesso de sais, tornando-o improdutivo e ainda, possivelmente, poluindo as águas subterrâneas.

A composição da vinhaça é muito variável em razão de diversos fatores. Um deles diz respeito à sua origem. Quando se utiliza o caldo de cana para a

fermentação, a vinhaça resultante é sempre menos concentrada que a vinhaça proveniente de mosto de melaço ou de mosto misto. Além disso, a concentração da vinhaça varia de usina para usina e, dentro de cada usina, existem variações nos diversos dias da safra – e até num mesmo dia – em decorrência da moagem de diferentes cultivares, com diferentes índices de maturação, provenientes de variados solos e níveis de fertilidade, etc.

A Tabela 5 apresenta os dados máximos, médios e mínimos observados para a composição química da vinhaça, além de algumas características físicas encontradas no levantamento realizado em usinas do Estado de São Paulo, por Elia Neto e Nakahondo (1995).

Tabela 5. Caracterização físico-química da vinhaça; média de 64 amostras de 28 usinas do Estado de São Paulo.

Descrição	Concentração			Padrão/ litro de álcool
	Mínimos	Média	Máximos	
Dados de processo				
Brix do mosto (°Brix)	12,00	18,65	23,65	
Teor alcoólico vinho (°GL)	5,73	8,58	11,30	
Taxa de vinhaça (L/L álcool)	5,11	10,85	16,43	10.851
Vazão de referência (m ³ /dia)	530,00	1.908,86	4.128,00	
Caracterização da vinhaça				
pH	3,50	4,15	4,90	
Temperatura (°C)	65,00	89,16	110,50	
Demanda bioquímica oxigênio (DBO ₅) (mg/L)	6.680,00	16.949,76	75.330,00	175,13 g
Demanda química oxigênio (DQO ₅) (mg/L)	9.200,00	28.450,00	97.400,00	297,60 g
Sólidos totais (ST) (mg/L)	10.780,00	25.154,61	38.680,00	268,90 g
Sólidos suspensos totais (SST) (mg/L)	260,00	3.966,84	9.500,00	45,71 g
Sólidos suspensos fixos (SSF) (mg/L)	40,00	294,38	1.500,00	2,69 g
Sólidos suspensos voláteis (SSV) (mg/L)	40,00	3.632,16	9.070,00	43,02 g
Sólidos dissolvidos totais (SDT) (mg/L)	1.509,00	18.420,06	33.680,00	223,19 g
Sólidos dissolvidos voláteis (SDV) (mg/L)	588,00	6.579,58	15.000,00	77,98 g

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Descrição	Concentração			Padrão/ litro de álcool
	Mínimos	Média	Máximos	
Sólidos dissolvidos fixos (SDF) (mg/L)	921,00	11.872,36	24.020,00	145,21 g
Resíduos sedimentáveis (RS) 1 hora (mL/L)	0,20	2,29	20,00	24,81 mL
Cálcio (mg/L CaO)	71,00	515,25	1.096,00	5,38 g
Cloreto (mg/L Cl)	480,00	1.218,91	2.300,00	12,91 g
Cobre (mg/L CuO)	0,50	1,20	3,00	0,01 g
Ferro (mg/L Fe ₂ O ₃)	2,00	25,17	200,00	0,27 g
Fósforo total (mg/L P ₂ O ₄)	18,00	60,41	188,00	0,65 g
Magnésio (mg/L MgO)	97,00	225,64	456,00	2,39 g
Manganês (mg/L MnO)	1,00	4,82	12,00	0,05 g
Nitrogênio (mg/L N)	90,00	356,63	885,00	3,84 g
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	1,00	10,94	65,00	0,12 g
Potássio total (mg/L K ₂ O)	814,00	2.034,89	3.852,00	21,21 g
Sódio (mg/L Na)	8,00	51,55	220,00	0,56 g
Sulfato (mg/L SO ₄)	790,00	1.537,66	2.800,00	16,17 g
Sulfito (mg/L SO ₄)	5,00	35,90	153,00	0,37 g
Zinco (mg/L ZnO)	0,70	1,70	4,60	0,02 g
Etanol-CG (mL/L)	0,10	0,88	119,00	9,1 mL
Glicerol (mL/L)	2,60	5,89	25,00	62,1 mL
Levedura (base seca) (mg/L)	114,01	403,56	1.500,15	44,1 g

Fonte: Elia Neto e Nakahondo (1995).

Efeitos da vinhaça nos solos e na matéria-prima cana-de-açúcar

Por ser um resíduo líquido muito ácido, acreditava-se que, quando aplicada ao solo, seu efeito seria de aumento da acidez. Almeida et al. (1950), em trabalhos pioneiros, mostraram exatamente o contrário. Imediatamente após a aplicação, ocorria um efeito de aumento da acidez que, gradativamente, passava à redução da acidez, por causa da grande atividade microbiana, que se deve à adição de matéria orgânica presente na vinhaça.

Dosagens muito altas eram recomendadas inicialmente (500 m³/ha até 2.000 m³/ha). Glória (1975) e Glória e Magro (1977) discutiram formas mais

racionais para o seu uso, levando em conta a composição química da vinhaça e a aplicação desta como fertilizante. Foram determinadas dosagens bem menores, de acordo com o teor de potássio contido na vinhaça e com a intenção de fornecê-lo conforme a necessidade da cultura. Dessa forma, ocorreram benefícios econômicos da substituição total ou parcial da adubação química com potássio. Os altos teores de matéria orgânica contidos na vinhaça também foram responsáveis por melhorar as características físico-químicas dos solos, elevando sua fertilidade e o patamar de produtividade de muitos solos cultivados com cana.

Muitos autores estudaram os efeitos da vinhaça nos solos e, ao longo do tempo, concluíram que: a vinhaça eleva o pH dos solos, aumenta a CTC, fornece e aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes, melhora a estrutura do solo, aumenta a retenção de água e melhora a atividade biológica, promovendo maior número de pequenos animais (minhocas, besouros, etc.), bactérias e fungos. Eventuais efeitos maléficados causados aos solos ou às plantas decorreram, geralmente, de doses excessivas. (LEME et al., 1980; CAMARGO et al., 1983; GLÓRIA; ORLANDO FILHO 1983; FERREIRA; MONTEIRO, 1987; PENATTI et al., 1988).

Apesar de seu alto valor agrônomo, refletido no aumento da produtividade da cana, os efeitos da vinhaça na qualidade da matéria-prima para a produção de açúcar foram estudados alguns anos depois. Verificou-se que a adição de vinhaça com doses de potássio maiores do que a utilizada pela cana acarreta atrasos na maturação, reduz o teor de sacarose e de fibras e promove o acúmulo de cinzas no caldo, interferindo no processo de clarificação (SILVA et al., 1976; ORLANDO FILHO et al., 1995).

Tecnologia para aplicação da vinhaça

Inicialmente a vinhaça era transportada e aplicada por caminhões tanques. Existiam também duas situações, que permanecem até hoje: a aplicação da vinhaça in natura, ou diluída com água e outros efluentes líquidos das usinas, e a aplicação das águas residuárias (águas de lavagem da cana, água de condensação, água de colunas barométricas, água de lavagem de pisos, etc.).

Entre as várias alternativas apresentadas para o uso da vinhaça, a que mais se mostrou econômica e eficiente do ponto de vista agrícola e que, portanto, passou a ser difundida e adotada pela maioria das usinas, foi o uso na fertirrigação dos canaviais. Neste caso, a fertirrigação refere-se à aplicação do resíduo líquido, o que causa também o molhamento do solo (FREIRE; CORTEZ, 2000).

As inovações tecnológicas para a aplicação da vinhaça modificaram os sistemas rudimentares de aplicação por inundação e por sulcos de infiltração.

Esse sistema se mostrava difícil e ineficiente, uma vez que a aplicação da vinhaça era muito irregular, com prejuízos à qualidade da matéria-prima. Posteriormente, no final dos anos de 1970, passou-se a sistemas de aspersão com equipamentos semifixos, onde a vinhaça era bombeada dos canais principais por motobombas, que alimentavam tubulações laterais onde eram acoplados os aspersores. Esse sistema já permitia maior controle das doses aplicadas, mas necessitava que a vinhaça fosse diluída. Nos anos de 1980, a vinhaça passou a ser aplicada por aspersão, com canhão hidráulico, que se deslocava em pequenos carregadores ao lado dos canais que traziam a vinhaça.

Posteriormente, a introdução do carretel enrolador foi um avanço tecnológico para a aplicação da vinhaça. A aspersão passou a ser feita por um equipamento autopropelido com tubulação de polietileno de média densidade, que permitiu maior automação, maior rendimento operacional, maior eficiência, menor uso de mão-de-obra e menor número de mudanças e transporte de equipamentos (LEME et al., 1987).

Inovações tecnológicas ainda estão em andamento por meio da utilização de uma barra irrigadora de 36 m a 54 m de largura, com aspersores spray para vazão de 25 m³/h a 150 m³/h. A barra é adaptada na extremidade da mangueira do carretel enrolador e permite redução na pressão de aplicação, melhorando a uniformidade. Equipamentos de pivô central rebocável também estão sendo testados.

Em pesquisa realizada em 54 usinas (25 no Estado de São Paulo), representando 22,5 % da cana moída no Brasil, Nunes Júnior et al. (2005) verificaram que atualmente a vinhaça é distribuída, preferencialmente, por canais e aplicada por aspersão pelo sistema de carretel-rolão (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Distribuição da vinhaça, em porcentagem, em diversas regiões brasileiras na safra 2003/2004.

Local	Distribuição da vinhaça (%)	
	Canais	Caminhão
São Paulo	76,6	23,4
Região Centro-Sul	80,9	19,1
Região Nordeste/Leste	100	0
Brasil	82,5	17,5

Fonte: Nunes Júnior et al. (2005).

Outros usos para a vinhaça

Além do uso da vinhaça como fertilizante, diversas opções foram preconizadas, como as sugeridos por Camhi em 1979: a) concentração da vinhaça por

Tabela 7. Modos de aplicação da vinhaça nas diversas regiões brasileiras na safra 2003/2004.

Local	Aspersão		Caminhão	
	Montagem direta (%)	Carretel enrolador (%)	Na lavoura (%)	Com carretel (%)
São Paulo	6,7	69,9	9,9	13,5
Centro-Sul	24,0	56,9	9,2	9,9
Nordeste/Leste	100	0	0	0
Brasil	30,3	52,2	8,4	9,1

Fonte: Nunes Júnior et al. (2005).

evaporação ou secagem para alimentação animal; b) fermentação aeróbia por microrganismos para a produção de proteínas unicelulares; e c) fermentação anaeróbia, utilizando bactérias metanogênicas para a produção de metano (biogás). A vinhaça também foi estudada para outros fins, como a obtenção do chamado solo-vinhaça – material utilizado para fazer tijolos de construção (ROLIM, 1996) e a combustão da vinhaça ou a incineração para recuperação dos sais de potássio e aproveitamento energético (FREIRE; CORTEZ, 2000).

Uso da vinhaça e questões ambientais

A utilização contínua da vinhaça nos mesmos solos, em dosagens de cátions superiores ao que a cana extrai anualmente, pode gerar a saturação desses cátions, principalmente potássio, na CTC dos solos, ocasionando problemas de lixiviação de íons para águas subterrâneas.

Com a nova normativa para o uso da vinhaça, em vigor no Estado de São Paulo desde 2005, muitas áreas sofrerão restrições do uso, sendo que o setor já se prepara para transportar a vinhaça a distâncias maiores. Uma das soluções em estudo trata da concentração da vinhaça, que teve seu volume reduzido por processo de evaporação, com o objetivo de tornar seu transporte mais econômico. Outros projetos envolvem a recuperação da água da vinhaça para sua reutilização na área industrial, transformando em torno de 80 % da parte líquida da vinhaça em água destilada, além de produzir um fertilizante potássico peletizado ou granulado com a parte sólida restante (JORNAL CANA, 2004).

Inovações no uso de torta de filtro

A torta de filtro é resíduo da produção do açúcar, obtida após a filtração por filtros rotativos no processo de clarificação do caldo. Algumas destilarias

modernas também introduziram a clarificação do caldo e podem, portanto, obter a torta de filtro como resíduo. Em média, são geradas 35 t de torta para cada tonelada de cana moída. A Tabela 8 apresenta os valores médios, máximos e mínimos dos constituintes da torta de filtro.

Tabela 8. Valores máximos, médios e mínimos encontrados na composição química da torta de filtro.

Componente	Teor na matéria seca a 80 °C		
	Mínimo	Médio	Máximo
N	0,9	1,45	2,7
P ₂ O ₅	0,45	1,11	1,92
K ₂ O	0,3	0,7	1,49
CaO	2,35	5,25	8,45
MgO	0,29	0,52	0,8
S	0,65	1,44	2,05
Cinzas	12	18,37	27,73
Matéria orgânica	72,27	81,7	88

Fonte: Brasil Sobrinho (1958).

Tradicionalmente a torta de filtro era aplicada em área total, nas áreas de renovação dos canaviais, ou aplicada na entrelinha das soqueiras com caminhões. Depois foram desenvolvidas carretas com sistemas de esteiras para a distribuição uniforme do material.

A torta de filtro pode substituir totalmente o fósforo mas, como, em geral, grande parte do fósforo presente na torta é orgânico e deverá ser mineralizado antes de ser utilizado pela cana, recomenda-se que seja considerada apenas metade do teor de P₂O₅ da torta para compor a dosagem recomendada pela análise do solo, necessária para cinco anos da cultura e aplicada no sulco de plantio (RAIJ et al., 1996). A torta deverá ser, ainda, complementada com potássio e, possivelmente, com nitrogênio.

As inovações no uso da torta de filtro nos últimos anos trataram de processos para a sua compostagem. Neste sentido, o Centro de Tecnologia Copersucar desenvolveu um equipamento para revolver a torta (Fig. 2).

Atualmente, a torta de filtro pode ser utilizada em área total na dosagem de 80 t/ha a 100 t/ha, em pré-plantio; no sulco de plantio, em dosagens de 20 t/ha a 35 t/ha; e nas entrelinhas, em dosagens de 40 t/ha a 50 t/ha.

Foto: Arquivo Copersucar



Fig. 2. Revolvedor de torta de filtro desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Copersucar.

A aplicação da torta de filtro no sulco de plantio também apresentou novidades nos últimos anos. A Usina São Martinho S.A., em São Paulo, juntamente com o Centro de Tecnologia Copersucar, projetou, construiu e testou o protótipo da plantadora de cana USM-CTC, fabricada em 2004 pela Santal.

Mecanização

A mecanização dos canaviais acompanhou a modernização da agricultura. Ela ocorreu, efetivamente, após os anos de 1970, com a introdução de políticas direcionadas para o setor. Diferentemente do processo ocorrido na Austrália, tal mecanização não aconteceu por falta de mão-de-obra e sim pela necessidade de maior competitividade, já que as atividades agrícola e industrial vinculadas à cana-de-açúcar devem ter alta eficiência e baixo custo.

Além da competitividade e economicidade do corte mecânico em relação ao manual, o novo paradigma da agricultura sustentável e a questão ambiental resultaram em políticas públicas que visaram regulamentar ou proibir a queima da cana (no Brasil, o Decreto nº 2.661, de 8 de junho de 1998; em São Paulo, a Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002). Como a colheita manual de cana crua é trabalho com baixo rendimento, alto custo e certa periculosidade, a introdução das colhedoras, além de tornar a operação de corte mais econômica, teve o incentivo da questão ambiental.

A mecanização – sobretudo a colheita mecanizada e, atualmente, o plantio mecanizado – exigiu o desenvolvimento de tecnologias e de engenharia para sistematização das áreas dos canaviais. Os talhões de cana ficaram maiores e mais compridos, o sistema de conservação de solos, com terraços em nível,

foi revisto, e o espaçamento das linhas de plantio também mudou para evitar o pisoteio das máquinas na linha de cana. Os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar buscaram, além de cultivares mais ricas e produtivas, aquelas que se adaptavam melhor ao corte mecanizado, ou seja, com grande uniformidade de altura, não apresentando acamamento e suscetibilidade ao abalo e arranquio, e com boa rebrota sob a palhada.

O manejo da adubação, do cultivo, do controle de plantas daninhas e de novas pragas foi modificado em razão da grande quantidade de palha na superfície dos solos. Novos fertilizantes, maturadores, herbicidas, inseticidas e novos implementos para aplicação também surgiram como consequência do novo sistema de produção, que incluía a mecanização da colheita e a proibição da queima.

A tendência à implementação das inovações tecnológicas na área de mecanização pode ser comprovada pelos investimentos no setor de máquinas agrícolas no Brasil. Segundo a Associação Nacional de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2006), os investimentos, que eram da ordem de US\$ 3 milhões em 1980, passaram para US\$ 130 milhões em 2005. A capacidade da indústria de colhedoras, que era de cerca de 100 máquinas anuais, com a grande expansão do setor, a partir de 2006, passou a ser de cerca de 400 colhedoras/ano.

Mecanização da colheita da cana-de-açúcar

A mecanização da colheita pode ser dividida em três sistemas: o corte, o carregamento e o transporte. O transporte foi a primeira etapa a ser mecanizada, já nos anos de 1950, com a introdução de caminhões, que substituíram o transporte por animais. Logo vieram as carregadeiras mecânicas e, posteriormente, as máquinas para colheita.

Atualmente, o sistema mais utilizado é a colheita semimecanizada, em que o subsistema de corte é ainda manual e o carregamento é feito por carregadoras mecânicas. Praticamente toda a cana cortada no Brasil já era carregada mecanicamente desde a década de 1950; porém, as carregadoras autopropelidas, com acionamento hidráulico, foram introduzidas somente a partir de 1981.

O corte mecanizado da cana iniciou-se com auxílio de cortadora costal mecanizada ou tratorizada, que apenas cortava a cana e a deixava sobre o solo. Depois vieram as cortadoras enleiradoras e também as cortadoras amontoadoras, que cortavam, além da base, o topo da cana, e depositavam a cana em leiras ou montes, facilitando a operação de carregamento.

Ambas podiam ser montadas ou autopropelidas. Finalmente, vieram as colhedoras. Essas máquinas cortam a base da cana, eliminando o topo, limpam os colmos e, por meio de um sistema de ventilação, separam a palha, picam a cana em rebolos pequenos e depositam sobre o sistema de transbordo. As primeiras experiências com a colheita mecanizada ocorreram em lugares como o Havaí, em 1906 e 1937; a Austrália, em 1945; e Estados Unidos da América, na década de 1940, quando praticamente 90 % da cana do estado da Louisiana já era colhida mecanicamente; e, em 1961, 500 máquinas já estavam em operação (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

No Brasil, o início da colheita mecânica da cana-de-açúcar ocorreu, segundo Veiga Filho (1998), na Usina Monte Alegre, em Piracicaba, São Paulo, com a importação de uma cortadora de Louisiana, Estados Unidos da América (Fig. 3). Na Tabela 9, é apresentado o resumo cronológico dos marcos na importação e fabricação de colhedoras e cortadoras fabricadas no Brasil.

Foto: publicação autorizada pela Sugar Journal

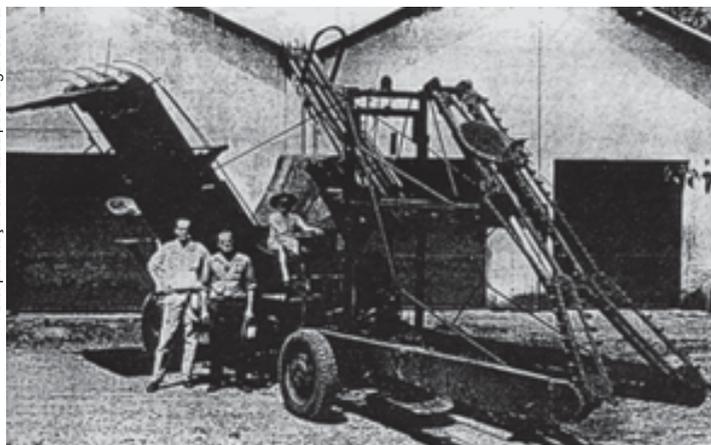


Fig. 3. Possivelmente, a primeira colhedora de cana-de-açúcar do Brasil, produzida em Piracicaba, São Paulo, pela Société de Sucreries Brésiliennes e, mais tarde, pela Motocana. Fonte: Mouras (1957).

A mecanização na colheita da cana-de-açúcar é um caminho sem volta, em grande parte em decorrência das exigências da legislação que regulamenta os procedimentos da queima da palhada. Além disso, a colheita mecânica tem sua eficiência aumentada e os custos reduzidos quando em comparação com a colheita manual. Dados de Lampowski e Viera (2004) mostram que a colheita mecanizada de cana queimada é cerca de 100 vezes mais eficiente que a manual, e cerca de 170 vezes mais eficiente se a cana não foi previamente queimada. Os custos foram 14 % mais altos para a colheita manual de cana queimada e 41 % mais elevados para a colheita de cana sem queima prévia. Apesar da grande eficiência e do baixo custo, a colheita mecanizada de cana queimada é considerada ambientalmente incorreta e socialmente injusta, e por essas razões deverá desaparecer ao longo dos anos.

Tabela 9. Marcos na evolução de colhedoras e cortadoras de cana no Brasil.

Anos	Tipos de máquinas
1952	Importação de uma máquina cortadora de cana da Louisiana, Estados Unidos da América, pela Usina Monte Alegre Ltda., no Município de Piracicaba, em São Paulo
1955–1956	Fabricação da cortadora de cana, autômatriz, modificada do modelo americano, pela empresa francesa Societé de Sucreries Brésilliennes, em Piracicaba, São Paulo, montada sobre chassis de caminhão, com sistema de levantamento da cana e elevação até um caminhão (transbordo)
1960	Colhedora Piracicaba, cortadora de cana fabricada, possivelmente, pela Motocana, modificando modelo desenvolvido pela Societé de Sucreries Brésilliennes
1958–1961	Cortadora-carregadora, sem desponete, montada sobre trator de esteiras – Santal
1961–1966	Cortadora-amontoadora, sem desponete, montada sobre trator de pneus – Santal CTD
1962–1967	Cortadora-amontoadora com desponete, montada sobre trator de pneus – Artioli EG101
1966–1971	Cortadora-enleiradora com desponete, montada sobre trator de pneus – Santal CTE
1969	Cortadora-amontoadora com desponete, de maior capacidade operacional – Artioli e EG102
1972	Colhedora autopropelida com 25 % de nacionalização – Santal, modelo Don Mizzi
1973	Importação de colhedoras autopropelidas Toft-R300, Massey Ferguson 201 (australianas) e Claas Libertadora (alemã)
1975	Cortadora-amontoadora com desponete, e dispositivo de levantamento de colmos acamados, montada sobre trator de pneus – Artioli EG103
1977	Cortadora-amontoadora, com desponete de colmos, posicionando os colmos longitudinalmente ao sulco de plantio fabricada em Piracicaba, SP – Toft I-200
1978	Colhedora autopropelida totalmente nacional – Santal 115

Continua...

Tabela 9. Continuação.

Anos	Tipos de máquinas
1979	Colhedora autopropelida produzida através da joint venture entre Dedini S.A. – Indústrias de Base e a empresa australiana Toft Bros. Co. – Dedini Toft 600 Colhedora autopropelida sem mecanismos de transporte interno do produto por meio de correntes e taliscas e rolos transportadores – Santal Rotor
1980–1990	Cortadora de cana inteira, montada sobre trator 80 cv – Motocana; cortadoras-amontoadoras autopropelidas – Engeagro E7000, E14000
1980	Cortadora–amontoadora autopropelida, com desponete, com mecanismos de levantamento de colmos acamados e de maior capacidade operacional
1985	Colhedora combinada com sistema de rolo picador rotativo e sistema de limpeza que permitia colheita de cana verde – Austoft 2000 – modelo que persiste até hoje com a marca Case
1987	Cortadora de cana inteira, montada sobre trator de 60 cv e acionada pela TDP. Deixava a cana inteira no sentido da linha de plantio para posterior arrumação e carregamento – DMB Máquinas e Implementos Agrícolas Ltda.
1990–1997	Cortadora de cana inteira para operar duas linhas simultâneas – Copersucar Fabricação da colhedora Amazon 2000 pela Santal
1999	Colhedora combinada de cana picada crua, fabricada no Brasil em Catalão, Goiás – Cameco CH2500B. Em 1998, o capital da Cameco Industries passou a ser controlada pela John Deere e a colhedora é a atual John Deere 3510. A Case IH adquiriu a joint venture brasileira Dedini-Toft e a colhedora é a atual Case IH 7000
2004	Colhedora de cana picada crua, autopropelida, com sistema tandem e pneus de alta flutuação – Santal Tandem

Fonte: Modificado e atualizado de Ripoli e Segalla (1981); Veiga Filho (2002); Mouras (1957); Zanca (1980).

Na Tabela 10, é apresentada a capacidade operacional do corte da cana, em sistemas manual e mecanizado. Nas colhedoras atuais, o limite de velocidade é 6 km/h. Acima dessa velocidade ocorrem quebras e o arranquio de touceiras, aumentando significativamente as perdas no campo. Como exemplo, aumentando a velocidade da colhedora de 4 km/h para 5 km/h, e a produtividade do canavial de 80 t para 100 t, pode-se passar de 48 t/h para 75 t/h.

Estima-se que 35 % da área plantada com cana-de-açúcar seja hoje colhida mecanicamente, e acredita-se que 75 % da área plantada possa vir a ser colhida desta forma. Uma colhedora (Fig. 4) trabalha de 2 mil horas por ano a 2,5 mil horas por ano, numa safra de 8 meses (BORGONHONE, 2006).

Tabela 10. Capacidade operacional do corte manual e do corte mecanizado da cana-de-açúcar queimada e sem queimar.

Tipo de colheita	Manejo da despalha	Capacidade operacional
Corte manual (t/homem/dia)	cana queimada	7,4
	cana sem queima	3,3
Corte mecânico (t/máquina/dia)	cana queimada	715
	cana sem queima	580
Corte mecânico (t/máquina/hora trabalhada)	cana queimada	36,1
	cana sem queima	24,3

Fonte: Lampowski e Vieira (2004).

Foto: Usina São Martinho S.A., São Paulo.



Fig. 4. Colheita mecanizada em canavial do Estado de São Paulo. Colhedora Case IH.

O desenvolvimento tecnológico das máquinas para a colheita da cana foi resultado do somatório de esforços de empresas nacionais e multinacionais, produtoras de máquinas, além de várias usinas, instituições públicas e privadas

de pesquisa, pesquisadores e professores universitários. Algumas usinas foram pioneiras na colheita mecanizada, como a Usina Central Paraná S.A., no Estado do Paraná e as Usinas São Martinho S.A. e São Francisco S.A., ambas em São Paulo.

Após a introdução das colhedoras para colheita mecanizada, foi necessário o desenvolvimento de outros sistemas de transporte para a cana colhida. Várias opções foram estudadas, como o uso de carretas pequenas, tracionadas por tratores; o uso de carretas no campo e no transporte até a usina, acopladas umas às outras formando um comboio; o uso de carretas no campo e posterior transbordo para caminhões de alta tonelagem; o uso de caminhões de alta tonelagem no campo; o uso de caminhões trucados; e, atualmente, unidades autopropelidas para a locomoção dentro do campo. Para a operação de transbordo, máquinas com os eixos em tandem e com pneus de alta flutuação são indicadas, pois compactam menos o solo e evitam o pisoteio da soqueira.

Plantio mecanizado da cana-de-açúcar

As primeiras tentativas de mecanização do plantio ocorreram com a construção de protótipos desenvolvidos pela Santal, em 1964, e pela Motocana, em 1978. Posteriormente a DMB – Máquinas e Implementos Agrícolas Ltda., a Civemasa, a Planimasa e a Plantocana fabricaram plantadoras tracionadas por tratores. A concepção inicial era a da utilização de cana inteira e de máquinas picadoras, que passavam sobre os sulcos deixando cair os toletes.

O primeiro sistema com colhedora de cana crua picada e plantadora de toletes foi apresentado no Brasil em 1989, dando início à nova geração de plantadoras (NASCIMENTO; PINTO, 2005). O Centro de Tecnologia Copersucar, atual CTC, foi pioneiro no desenvolvimento das máquinas de plantio. Em 1991, o CTC fez estudos de viabilidade para fabricar uma plantadora no Brasil, seguindo a tecnologia australiana. Vários protótipos foram avaliados até o teste final do protótipo de duas linhas, na U.S.J. Açúcar e Álcool S.A., na Usina Santa Luiza S.A. e na Usina Bela Vista S.A., todas no Estado de São Paulo. Esse protótipo foi aprovado para comercialização em 1998. Neste período ocorreu também a avaliação da plantadora importada da Austrália – a Austoft A 295 na U.S.J. – Açúcar e Álcool S.A e na Usina São Martinho S.A. Em 2000 foi fabricado, no Brasil, o modelo A295 da Brastoft 4000 pela Case IH.

A Usina São Martinho S.A. também investiu na mecanização do plantio e, em parceria com o CTC, projetou, construiu e testou o protótipo da plantadora USM-CTC em 2001. Ainda de acordo com Nascimento e Pinto (2005), em 2002

houve o aprimoramento da plantadora e a implantação da multifuncionalidade para aplicação de torta. Em 2004, foi fabricada a plantadora aplicadora de torta USM-CTC pela Santal, indústria de máquinas e equipamentos de Ribeirão Preto, com o nome de PCP-2.

Estima-se que existam atualmente cerca de 250 máquinas para plantio semimecanizado e mecanizado no País. Esse número deverá dobrar nos próximos dois anos, em razão da falta de mão-de-obra especializada nas áreas de expansão.

Sistemas mecanizados alternativos para pequena propriedade

Não foi preocupação das grandes indústrias produtoras de máquinas agrícolas a fabricação de uma colhedora mais econômica, para áreas menores e preferencialmente com topografia mais inclinada, que pudesse ser adquirida pelo pequeno produtor. Algumas tentativas foram feitas na concepção de máquinas cortadoras acopladas a tratores. Como na época não havia a proibição da queima e também a mão-de-obra era mais fácil e barata, essas colhedoras tiveram pouco interesse por parte dos fornecedores de cana.

Uma tentativa interessante é a concepção do “auxílio mecânico”, desenvolvido por Braumbeck para a colheita da cana-de-açúcar e relatada em Braumbeck e Magalhães (2004). Trata-se de um conceito alternativo de colheita, em que a máquina é composta por uma plataforma com uma frente de corte com largura de três ou cinco linhas de cana, um disco flutuante para o corte basal de cada linha e um conjunto de transportadores helicoidais rotativos. Esses transportadores conduzem o material até uma célula de trabalho, com dois operadores por linha, os quais pegam, manualmente, os colmos, cortam os ponteiros através de um disco cortador disponível para cada linha e encaixam os colmos em um transportador lateral, que os conduz até um despalhador de rolos. O despalhador retira as folhas e lança os colmos inteiros até uma carreta de descarga vertical, onde são armazenados. O equipamento interrompe o corte a cada 8 min. a 10 min. para o descarregamento dos montes de, aproximadamente, três toneladas.

A mecanização para as pequenas propriedades rurais seria viável, ainda, se houvesse o associativismo na mecanização. Embora o setor canavieiro apresente cooperativas atuantes e organizadas, a utilização associativa de máquinas agrícolas é prática pouco observada, e carente de políticas públicas.

Nos últimos anos tem sido observada a tendência à terceirização das operações de mecanização, tanto da colheita como do preparo do solo e plantio.

O futuro para a tecnologia em mecanização da cana-de-açúcar

Nos próximos anos, ter-se-á o grande desenvolvimento da mecanização aliada à automação. Além da eficiência das máquinas, será priorizada a qualidade das operações. As plantadoras trabalharão com taxas variáveis de aplicação de fertilizantes, e permitirão também a aplicação de outros insumos, como o gesso ou o calcário. As colhedoras terão kits diferenciados para a colheita de mudas, com sistemas que visem a não danificar as gemas.

O desenvolvimento das colhedoras seguirá as tendências do setor. É provável que sejam desenvolvidas para colheita de duas linhas de cana simultâneas, e com sistema que separe e recolha parte da palhada que, possivelmente, será utilizada para produção de energia. Sistemas automatizados para evitar o pisoteio, e toda sorte de equipamentos de monitoração já se tornam realidade.

Outras máquinas que deverão ser desenvolvidas para o setor, visando à maior produção de energia, serão recolhedoras e as enfardadoras de palhada.

A nova fronteira para a inovação tecnológica também está na agricultura de precisão. Alguns exemplos dessas inovações são o uso do computador de bordo, *AFS Guide* (Case IH), *Autotracker*, *Piloto Auxiliar (Parallel Tracking)*, *Piloto Automático (AutoTrac)*, *Base RTK* e de softwares. Estes permitem operações de direcionamento via satélite, de modo a: localizar os talhões; mapear e promover a documentação das atividades realizadas pela máquina; orientar o trator a seguir determinado traçado, eliminando o disco marcador do sulcador; evitar o pisoteio da linha de cana (BORGONHONE, 2006); controlar a altura de corte de base; e conduzir automaticamente a direção do trator, colhedora ou pulverizador. Existem programas de computador para criar e manipular dados que serão utilizados na agricultura de precisão, a exemplo de mapas de produtividade, mapas de análises de solos e mapas de identificação de pragas e doenças.

Segundo dados do IAC (2006), o *autotracker* permite: redução de 27,2 % do número de rizomas arrancados pelo corte de base; 28,3 % de redução no abalo de touceiras; 63 % de redução do número de rizomas arrancados pelo corte de base na cabeceira das linhas; e redução de perdas de cana pelo corte mais rente ao solo. Estimativas prevêem economia de 720 kg/ha de cana, em 120 mil toneladas colhidas.

Irrigação

Os investimentos em tecnologia da irrigação para a cana-de-açúcar visando ao aumento de produtividade da cultura foram feitos, principalmente, em

função da deficiência hídrica existente nas distintas regiões do Brasil em alguns períodos do ano. Outro importante fator para o uso da irrigação foi a necessidade do aproveitamento da vinhaça produzida nas destilarias. O descarte deste resíduo pela indústria caracterizava-se, historicamente, como um problema ambiental, o que criou a exigência de seu aproveitamento no campo, estando este fortemente vinculado à prática da irrigação.

Pesquisas foram iniciadas pelo Planalsucar, concentrando-se na área de irrigação e climatologia, em projetos disciplinares, como o de Zoneamento EdafoClimático e Manejo da Água, e em projetos integrados, como o de Utilização Agrícola da Vinhaça (PLANALSUCAR, 1984). Este último tema já vinha sendo estudado desde a década de 1950 pelos pesquisadores da Esalq, como referido no item sobre uso de resíduos agroindustriais. Tais projetos focaram seus resultados em determinações de níveis de água, da evapotranspiração (Fig. 5), do coeficiente cultural (K_c) da cana, do comportamento de cultivares submetidas à irrigação e a doses de vinhaça, entre outros (PLANALSUCAR, 1984).

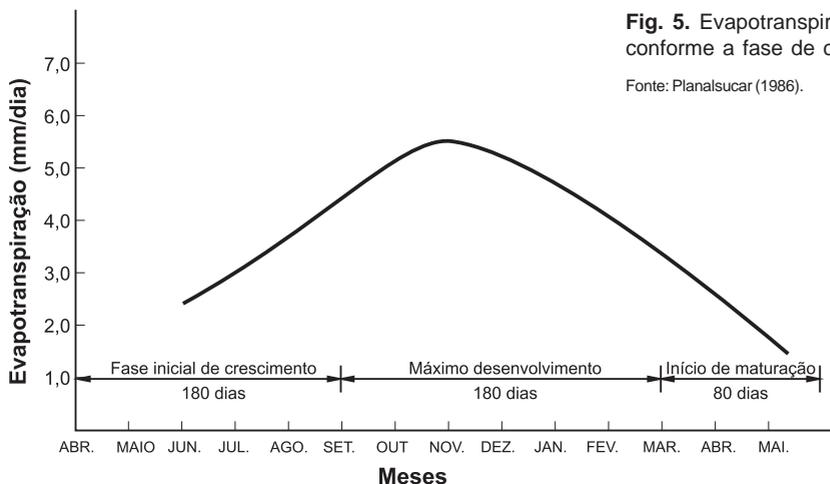


Fig. 5. Evapotranspiração da cana-de-açúcar conforme a fase de crescimento da cultura.

Fonte: Planalsucar (1986).

Apesar desses trabalhos, que geraram informações detalhadas sobre a cultura e sobre as condições climáticas de algumas regiões produtoras, o que prevaleceu nas áreas de produção de cana-de-açúcar nas décadas de 1970 e 1980 foi o uso de irrigação de salvação, com aplicação da vinhaça no início do ciclo da cultura. A aplicação era feita, predominantemente, por sistemas de aspersão com uso de canhão hidráulico, passando a ser feita, mais recentemente, com canhão ou por barras irrigadoras acoplados a um sistema de carretel autopropelido.

Os estudos conduzidos mostraram que a composição da vinhaça é variável e a dose aplicada deve depender do teor de potássio no solo, como visto no item sobre adubação em cana-de-açúcar. Segundo Korndorfer et al. (2005), a aplicação de 100 m³ a 400 m³ de vinhaça por hectare significa que lâminas de 10 mm/ha a 40 mm/ha de água rica em nutriente são adicionadas ao sistema. Como essa aplicação coincide com o período mais seco, esta lâmina, mesmo pequena, é suficiente para suprir a demanda da planta no seu período inicial de renovação do sistema radicular e emissão de brotos, os quais são responsáveis pela produção na estação seguinte.

No final da década de 1990, os investimentos em irrigação mudaram de foco, aumentando o interesse em irrigação complementar e plena, principalmente no Nordeste do Brasil. Isto se deve ao fato de a variabilidade da produção da cana-de-açúcar da região (Fig. 6), em comparação com a do Centro-Sul, estar intimamente relacionada com a disponibilidade de água, função da precipitação pluvial e da distribuição das chuvas em cada safra (SOUZA et al., 2002). Assim, uma das grandes questões tecnológicas para a cana-de-açúcar ainda é o aperfeiçoamento da tecnologia para irrigação e manejo do solo visando ao melhor aproveitamento e conservação da água.

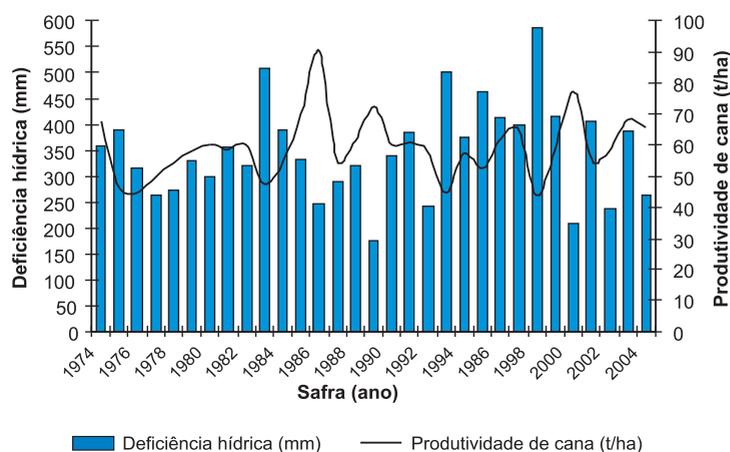


Fig. 6. Produtividade da cana-de-açúcar e deficiência hídrica no período de 1974 a 2004.

Fonte: Rosenfeld (2005).

As unidades de produção fizeram altos investimentos em armazenamento de água pluvial e novos sistemas de irrigação, como aspersão por barra irrigadora, minipivô e pivô central e linear rebocáveis e gotejamento enterrado. Esse refinamento do manejo da irrigação possibilitou o estabelecimento de mais de uma época de plantio para a cana em algumas regiões do País, como no Nordeste, onde o plantio de verão ocorre de setembro a fevereiro, em complemento ao plantio de inverno, que vai de junho a

setembro. Os dados sobre a evolução da irrigação nos últimos 31 anos em Alagoas demonstram a tendência de implementação desta tecnologia no sistema de produção (Tabela 11).

Tabela 11. Evolução da área de irrigação, do volume de água aplicado e armazenado e potência instalada nas usinas cooperadas do Estado de Alagoas.

Período	Área irrigada (ha)	Volume de água aplicado (m ³)	Volume de água armazenado (m ³)	Potência instalada (Kw)
Até 1993	26.289	17.900.000	5.000.000	14.000
1993 a 1998	61.019	67.200.000	11.000.000	32.000
1998 a 2004	89.283	136.000.000	98.500.000	66.000

Fonte: Rosenfeld (2005).

Os custos de investimento anual destes sistemas de irrigação mostram-se dependentes da lâmina anual de irrigação ou do volume de água aplicado: com lâminas abaixo de 60 mm, o sistema convencional de aplicação por aspersão com canhões continua mais atrativo; porém, quando estes valores atingem 250 mm, 500 mm e 750 mm anuais, o pivô rebocável apresenta-se como a melhor opção (ROSENFELD, 2005). Esse autor coloca como perspectivas do setor o armazenamento de 100 % da água a ser utilizada na irrigação, a geração de 100 % da energia utilizada nesta prática, a irrigação de 100 % da cana própria e a ampliação da irrigação complementar para 60 % da área de cana.

O lançamento de novas cultivares, mais exigentes em água e nutrientes, e a exigência do uso racional da água deverão nortear as inovações tecnológicas vinculadas à irrigação no Brasil, já que esta prática reforça a verticalização da produção, potencializando as atuais áreas ocupadas pela cana e aumentando a longevidade dos canaviais, além de possibilitar a ocupação de novas áreas.

Meio ambiente

As mudanças na agricultura e na estrutura fundiária impulsionadas pelo Proálcool trouxeram conseqüências ao ambiente, advindas do monocultivo e da exploração não-sustentável dos recursos naturais, como a água e o solo. A expansão, nessa fase, ocorreu com aumento de área e com pouco uso da tecnologia. Como conseqüência, houve o agravamento de grandes problemas ambientais, relacionados com a degradação de ecossistemas e com a poluição atmosférica e de cursos d'água.

Rossetto (2004) comenta que os relatórios da década de 1970 da atual Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb-SP) apontavam a indústria sucroalcooleira como fonte significativa de poluição ambiental, em face do elevado potencial poluidor – qualitativo e quantitativo – de seus resíduos líquidos, que eram descartados diretamente nos rios. Existiam também resíduos sólidos, emissões gasosas e processos agrícolas que não contemplavam a sustentabilidade da atividade canavieira.

A partir dos anos de 1980, os movimentos ecológicos tomaram força e conceitos de eco-desenvolvimento, preservação ambiental e desenvolvimento sustentável passaram a fazer parte das discussões em reuniões internacionais, chegando ao Brasil, com maior ênfase, a partir da reunião da Organização das Nações Unidas (ONU) realizada em 1992, no Rio de Janeiro. Assim, os conceitos de sustentabilidade e a nova consciência ecológica mundial transformaram a agricultura de maneira definitiva e as questões agrícolas nunca mais estarão dissociadas das questões ambientais e sociais. Reforçando essa idéia, as instituições financeiras públicas e privadas incorporaram critérios socioambientais em suas políticas de crédito e investimento.

Como conseqüência, avanços tecnológicos, políticas públicas e nova consciência ecológica transformaram a cana-de-açúcar de atividade poluidora e degradadora do ambiente dos anos 1970 em agricultura multifuncional nos anos de 1990 – em muitos aspectos, um exemplo a ser seguido em todo o mundo.

Impactos ambientais

O empobrecimento da **biodiversidade** é um dos impactos mais importantes causados pelo desmatamento e monocultivo extensivo da cana-de-açúcar. O estudo ambiental realizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite (2000) avaliou que o impacto da atividade canavieira sobre a fauna ocorre em maior grau para os mamíferos e répteis, por diminuir suas fontes de alimentos e seus locais de abrigo e reprodução. Poucas inovações visaram minimizar o impacto do monocultivo. A mais notável foi a implantação de áreas de produção orgânica, aliadas a reflorestamentos, manutenção de áreas de proteção ambiental, matas ciliares, ausência no uso de defensivos químicos e ausência da queima. A manutenção de áreas de preservação permanente, de reserva legal e de corredores ecológicos, contornando os canaviais, têm garantido o aumento da biodiversidade e, com isto, o aumento de inimigos naturais, importantes para o controle de pragas e doenças da cultura.

Outros impactos ambientais envolvidos no sistema produtivo da cana-de-açúcar referem-se à **erosão e à compactação dos solos**. O impacto da erosão

é importante pela extensão das áreas cultivadas e pelo fato da época de preparo do solo e plantio coincidir com os períodos de intensas chuvas, o que torna o solo mais suscetível ao processo erosivo. Porém, se comparadas com outras culturas anuais, as perdas de solo são relativamente menores, principalmente se não ocorrer a queima e a palhada permanecer protegendo o solo. Dados do IAC, relatados em De Maria e Dechen (1998), estimam que as perdas de solo na cultura da cana com queima da palhada atingem 8,3 t/ha.ano a 23,2 t/ha.ano, dependendo do tipo de solo, como média de 5 anos. São dados 62 % menores que os apresentados pela cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill].

O cultivo da cana sobre a palhada, nas condições de colheita sem despalha a fogo, exigiu avanços tecnológicos. Do ponto de vista ambiental, representa diminuição sensível das perdas por erosão. A Tabela 12 apresenta dados de perda de solo, em consequência de manejos diferenciados da palha. Verifica-se que a manutenção da palhada na superfície diminui as perdas em 32 %, quando comparada com o sistema convencional da queima do canavial. Outras técnicas, como o uso de leguminosas e adubos verdes para rotação com a cana, como crotalárias (*Crotalaria* spp.), mucuna (*Mucuna aterrima* L.), e mesmo as culturas de soja e do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), promoveram a cobertura do solo na época de reforma. O plantio direto estrito, sem qualquer movimentação do solo, mostrou-se efetivo apenas em algumas condições de solos arenosos, não sujeitos à compactação. Nas outras áreas, o cultivo mínimo, com a manutenção da palhada e operações de subsolagem para quebrar a compactação, também se mostra eficiente na redução da erosão.

Por causa das extensas áreas de produção, a **geração de resíduos** na indústria canavieira é por si só impactante. Como citado anteriormente, um dos grandes resultados da expansão da produção de cana foi a poluição de cursos d'água e do lençol freático, causada pela aplicação excessiva da vinhaça in natura.

Tabela 12. Perdas de solo por erosão em cana-de-açúcar, com presença ou ausência da palhada.

Sistema de produção	Perdas de solo (t/ha)
Cana-de-açúcar, sem palhada	39 a 108,6
Cana-de-açúcar (média de cana planta + cinco cortes) sem palhada	8,3 a 23,2
Cana-de-açúcar com palha na superfície	6,5
Cana-de-açúcar com palha incorporada	13,8

Fonte: De Maria e Dechen (1998); Bertoni et al. (1982).

No entanto, atualmente, todos os resíduos da cadeia produtiva da cana são reutilizados no próprio processo produtivo, e o setor canavieiro desenvolveu grande competência no quesito gerenciamento ambiental no uso de resíduos. Nesse capítulo, foram abordadas as inovações no uso da vinhaça e da torta de filtro e o capítulo posterior traz as informações sobre o uso do bagaço para a geração de energia, detalhando a eficiência do setor neste aspecto.

Além dos resíduos da indústria, o simples fato de manter no campo a camada de palha sobre o solo, que em média significa 10 t de palha/ha a 20 t de palha/ha, modifica todo o sistema de produção. Tal prática representa grande retorno de matéria orgânica e promove maior proteção do solo contra a erosão e maior armazenamento de água no solo, além de aumentar o número de organismos vivos e promover a reciclagem de nutrientes, entre outros. Com relação à adubação, nas áreas com palha estuda-se a diminuição de dosagens de potássio recomendadas, uma vez que a palhada fornece rapidamente todo o potássio nela contido. A fonte nitrogenada mais utilizada, a uréia, passou a ser substituída, ao menos em parte, por fontes que não se perdem por volatilização, como o nitrato de amônio, o nitrato de cálcio ou o sulfato de amônio.

Toda essa reciclagem de resíduos leva à diminuição do uso de fertilizantes. Nas áreas de cultivo da cana utilizam-se baixas quantidades destes produtos: em média, 0,46 t/ha de fertilizantes na cana, contra 0,54 t/ha no café, 0,94 t/ha no algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) e 0,19 t/ha na laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Assim, grande contribuição à sustentabilidade dos canaviais é dada pelo uso dos resíduos da agroindústria e a reciclagem dos nutrientes.

O setor canavieiro é exemplo na utilização de tecnologias que minimizam o **uso de defensivos químicos**, a exemplo do controle biológico de pragas como a broca-da-cana-de-açúcar, que foi efetivo em reduzir a níveis próximos a 1 % a infestação da praga que causava grandes perdas econômicas. Utiliza-se menos inseticida por hectare de cana plantada (0,36 kg/ha) do que o empregado na soja (1,17 kg/ha). O uso de inseticidas na cana resume-se ao controle de pragas de solo, formigas e, mais recentemente, de cigarrinhas.

O maior impacto quanto ao uso de defensivos químicos na cana refere-se ao controle químico de plantas invasoras. Muitos ingredientes ativos foram desenvolvidos ao longo dos anos e a presença da palhada onde a cana não é queimada exigiu o desenvolvimento de novos produtos e diferentes técnicas de manejo.

Os programas de melhoramento genético da cana foram vitoriosos na introdução de cultivares resistentes ou tolerantes às principais pragas e doenças da cana-de-açúcar. Espera-se que cultivares transgênicas possam resultar em diminuição do uso de defensivos, embora impactos ambientais tenham que ser mais bem definidos.

O setor canavieiro apresenta dois grandes impactos em relação à **qualidade do ar atmosférico**. Um deles constitui impacto altamente positivo, representado pelo uso do álcool como combustível – misturado ou não à gasolina – e o outro, pelas emissões de gases durante a queima da cana. Apesar de o balanço de carbono ser altamente positivo, ou seja, durante a fotossíntese a cana fixa muito mais carbono do que aquele emitido durante a queima, a ausência dessa prática pode significar ganho ainda maior para a qualidade do ar atmosférico.

A tecnologia gerada em nosso país para o uso do etanol como combustível é considerada exemplo de competência nos demais países, sendo que exportamos soluções tecnológicas, tanto para o cultivo da cana, quanto nos processos industriais. São máquinas agrícolas, equipamentos e componentes industriais automatizados para a produção do álcool, processos de fermentação mais modernos e eficientes, motores movidos a álcool e uma grande rede de distribuição envolvendo profissionais com formações diversas. A inovação que permitiu alavancar o aumento de consumo interno do álcool e colocou o País, mais uma vez, em evidência no exterior, foi o lançamento dos veículos *flex fuel*, que operam com álcool, gasolina ou qualquer percentagem de mistura destes combustíveis. Estes já representavam 76 % dos veículos novos (leves) vendidos em 2006.

Estimativas apresentadas pela Confederação Nacional da Indústria e relatadas por Szwarc (2005) mostram que, na região metropolitana de São Paulo, a contribuição do etanol sobre a qualidade do ar foi muito significativa no ano de 1989. Se todos os carros fossem movidos a etanol, haveria redução de 65 % do monóxido de carbono (CO) e de 58 % dos hidrocarbonetos (HC) em relação ao uso exclusivo da gasolina pura. Caso a frota operasse unicamente com gasolina, com 25 % de mistura de álcool, a redução da emissão de CO e HC seria, respectivamente, de 39 % e de 33 %, havendo, entretanto, aumento da emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) em 10 %. Outro grande benefício foi a possibilidade de substituir o chumbo tetraetila que era usado como aditivo da gasolina. A redução de cerca de 75 % dos níveis de chumbo da atmosfera foi observada nas cidades industrializadas, em resposta ao uso do álcool em substituição a esse aditivo.

Em resumo, o uso do álcool como combustível (hidratado ou anidro em mistura com a gasolina) reduziu grandemente as emissões de monóxido de carbono, eliminou as emissões de enxofre e de material particulado, e reduziu drasticamente os níveis de chumbo.

A queima da cana, assim como de qualquer biomassa, como florestas e pastagens, é responsável por emissões de gases do efeito estufa (GEE),

principalmente o gás carbônico (CO_2), bem como do monóxido de carbono, do óxido nitroso (N_2O) e do metano (CH_4), além de particulados e de fumaça. Considerando os poucos trabalhos publicados sobre GEE e queima de cana, Macedo (2004) relata que a queima da palha da cana equivale à emissão total de GEE da ordem de nove quilogramas de CO_2 equivalente por tonelada de cana. No entanto, vale lembrar que a fixação de carbono da atmosfera por meio da fotossíntese é muito maior que a quantidade emitida, cerca de três a cinco vezes, sendo o balanço altamente positivo.

Como relatado no capítulo de mecanização, em função de leis estadual e federal, a eliminação da queima deve ser progressiva, e os produtores devem entregar ao órgão ambiental um plano constando as áreas de eliminação da queima.

O **uso da água** pode ser considerado um fator de impacto para o setor canavieiro e um aspecto importante no licenciamento ambiental para a locação de uma usina. Dependendo da tecnologia adotada, a indústria requer grandes quantidades de água para o processamento do açúcar e do álcool. São utilizadas entre 5 m^3 e 13 m^3 de água por tonelada de cana moída, o que corresponde a um consumo médio estimado superior a 2,6 bilhões de metros cúbicos de água, isto apenas no Estado de São Paulo. Não está computada neste cálculo a necessidade de água para a irrigação da cana.

Algumas inovações pretendem diminuir esse impacto, e têm por meta atingir um metro cúbico de água por tonelada de cana. São elas: os sistemas de recirculação das águas de resfriamento e condensação, o tratamento e o reuso das águas de lavagem, ou mesmo a utilização das águas residuárias aplicadas no cultivo da cana, da mesma forma que já se realiza com a vinhaça.

O cultivo da cana na região Centro-Sul pode, em geral, dispensar a irrigação, ficando esta restrita a condições especiais, como viveiros de mudas, e a alguns casos eventuais, como implantação de canaviais próximos de mananciais. Neste caso, é sempre necessária a outorga de uso da água. A água é, em geral, suprida pelo reuso da vinhaça e de águas residuárias da usina (águas de lavagem de pisos, águas de condensadores barométricos, entre outras), que retornam ao campo após a colheita da cana para garantir boa brotação da soqueira e fornecer nutrientes.

Já os cultivos das regiões Nordeste e Centro-Oeste, em virtude da distribuição irregular das chuvas e da alta evapotranspiração, utilizam maiores volumes de água para irrigação. Para esse fim, novas tecnologias foram desenvolvidas, como foi relatado no item sobre irrigação.

Discute-se ainda sobre a poluição das águas de subsuperfície em função da aplicação de vinhaça. Ocorre que a utilização contínua da vinhaça nos mesmos

solos, ano após ano, mesmo que em dosagens baixas, pode gerar a saturação de cátions, principalmente de potássio, na CTC dos solos, ocasionando problemas de lixiviação de seus constituintes para águas subterrâneas. A lixiviação de potássio para a subsuperfície não seria um problema ambiental, uma vez que o potássio não é poluente de águas. O problema é que a alta concentração de potássio favorece a formação de complexos químicos que, com carga neutra, são facilmente lixiviados. O complexo formado entre o potássio (K^+) e o nitrato (NO_3^-) é especialmente preocupante do ponto de vista ambiental, porque o nitrato, sim, é grande poluente de águas.

No Estado de São Paulo, a Normativa P nº 4.231, de janeiro 2005, regulamenta o uso da vinhaça. Existem prazos para a impermeabilização de canais e de reservatórios. No solo, a vinhaça poderá ser aplicada em dosagens maiores apenas se a saturação de potássio na CTC do solo estiver abaixo de 5 %. Se este valor já tiver sido atingido, a normativa permite apenas o uso da dose de potássio que será utilizada pela cana no ano em questão. Com a nova normativa para o uso da vinhaça, muitas áreas sofrerão restrições, sendo que o setor já se prepara para transportar a vinhaça a distâncias maiores. Uma das soluções em estudo trata da concentração da vinhaça, como visto anteriormente.

Ações ambientais do setor canavieiro

A responsabilidade social e ambiental é diferencial importante para a participação de empresas no mercado global. As empresas canavieiras participam dessa idéia de muitas maneiras. Uma delas tem sido a busca pela obtenção da Certificação ISO (Organização Internacional de Normalização), série de normas 14.000, que estabelece diretrizes sobre a área de gestão ambiental dentro das empresas. Os “selos verdes” dados pelas certificadoras internacionais para o açúcar orgânico, produzido dentro de normas ambientais e sociais, são também um avanço na área ambiental.

Têm sido implantadas pelas empresas, buscando um diferencial perante a sociedade, práticas como: a manutenção de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), a criação de institutos de preservação dos distintos ecossistemas do País, o reflorestamento e a formação de corredores de ligação entre os fragmentos de mata, a preservação de diversas espécies de animais, a manutenção de centros de educação ambiental para alunos de escolas das regiões produtoras e a aplicação de indicadores de responsabilidade social.

Considerações finais

A implantação de políticas públicas, que também refletiu no surgimento de inovações institucionais, técnicas e científicas na década de 1970, foi o fator que mais impulsionou a produção e a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil na sua história recente. O Proálcool foi o marco da transformação do sistema agroindustrial da cultura. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro, na década de 1990, voltou a impulsionar uma nova fase de aumento de produtividade da cana-de-açúcar, desta vez firmado em um modelo de forte tendência privada e baseado na maior eficiência e competitividade do setor, com ênfase na sustentabilidade. Estas duas vertentes, a pública e a privada, construíram o quadro atual, no qual o Brasil apresenta-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, ocupando posição de vanguarda na questão da geração de energia a partir da biomassa.

Referências

- ALMEIDA, J. R.; RANZANI, G.; VALSECHI, O. La virasse dans l'Agriculture. In: 8º CONGRESSO INTERNACIONAL DAS INDÚSTRIAS AGRÍCOLAS, BRUXELAS, p. 13-21. 1950.
- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira** Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>> Acesso em: 5 dez. 2006.
- BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação de solo no Instituto Agrônômico**. 2ª impressão. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, jan.1982. Circular 20. 57 p.
- BORGONHONE, F. **O mercado de cana-de-açúcar: evolução e perspectivas**. Ribeirão Preto: Opiniões, Ed. WDS, Ltda, out./dez., 2006. p. 68.
- BRAUMBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Colheita sustentável, com aproveitamento integral da cana. **Visão Agrícola**, Esalq, Piracicaba, 2004, v.1, p. 72-78.
- BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Estudos sobre aproveitamento da torta de filtro de usina de cana-de-açúcar como fertilizante**. Piracicaba, SP. Esalq. 1958. 109 p. (Dissertação de Mestrado).
- CAMARGO, O. A. de; VALADARES, J. M. A. S. da.; GERALDI, R. N. Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. **Boletim Técnico IAC**. Campinas, SP: Instituto de Agronomia de Campinas, n. 76, 1983. 30 p.
- CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação de álcool. **Brasil Açucareiro**, v. 94, n. 1, p. 18-23, 1979.
- CAMPOS, C. B. S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar, Ampliando campo de ataque. **Cultivar grandes culturas**, Pelotas, v. 6, n. 68, p. 23-26. 2004.
- DE MARIA, I. C.; DECHEN, S. Perdas por erosão em cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, álcool e subprodutos**, v. 17, n. 2, p. 20-21, 1998.

DEMATTE, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Visão Agrícola**, v. 1, p. 48-59, 2004.

DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP, 2006. p. 107-119.

ELIA NETO, A.; NAKAHODO, T. **Caracterização físico-química da vinhaça - projeto nº. 9500278**. Relatório Técnico da Seção de Tecnologia de Tratamento de Águas do Centro de Tecnologia Copersucar. Piracicaba, SP, 1995. 26 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Jaguariúna: CNPMA, Impacto ambiental da cana-de-açúcar, 2000. Disponível em: <<http://www.cana.cnpem.embrapa.br>> Acesso em: 5 jan. 2007.

FERREIRA, E. S. da; MONTEIRO, A. O. de. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 36, p. 3-7, 1987.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guaíba, SP: Ed. Agropecuária, 2000. 203 p.

ENTOMOLOGIA agrícola, Piracicaba, SP: Fealq, 2002. 920 p.

GITAHY, P. M.; GALVÃO, P. G.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDANI, I. I. **Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis***. Embrapa Agrobiologia, 2006, 44 p (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 214).

GLORIA, N. A. da; Utilização agrícola da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v. 86, n. 5, p. 11-17, 1975.

GLÓRIA, N. A. da; ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante. **Boletim Técnico Planalsucar**, Piracicaba, SP, v. 5, n. 1, p. 1-38, jan. 1983.

GLÓRIA, N. A. da; MAGRO, J. A. Utilização agrícola de resíduos da usina de açúcar e destilaria na Usina da Pedra. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4., Águas de Lindóia, 1976. **Anais...** São Paulo, Copersucar, 1977. p. 163-180.

IAC. Farm Fórum. **Revista da Case**, n. 16, p. 12, 2006.

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. **Revista Case IH**, v. 16, 2006. Disponível em: <http://www.caseih.com/files/tbl_s33Publications/PublicationPDF128/1281/Farm%20Forum.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2007.

IEL. **O Novo Ciclo da Cana**: estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos. Brasília: Ed. IEL/NC; Sebrae, 2005. 344 p.

ITURRA, A. R. **Histórico das Microdestilarias de Alcool no Brasil** Relatório apresentado ao Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) e à Comissão Executiva do Biodiesel, coordenada pela Casa Civil da Presidência da República. 2004.

JORNAL CANA. Disponível em: <http://www.jornalcana.com.br/conteudo/noticia.asp?area=Tecnologia+Industrial&secao=Cana-Clipping&id_materia=14567> 1/12/2004. Acesso em: 27 jan. 2007.

KORNDÖRFER, B. G. H; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, P. H. Potassium in sugarcane cropping. **Sugar Journal**, v. 68, p. 11-18, 2005.

LAMPKOWSKI, F. J.; VIERA, G. Estratégia de produção: inovação tecnológica no processo de corte da cana de açúcar como fator competitivo. In: SIMPEP, 11., 2005. Bauru, São Paulo, Brasil 8 a 10 de nov. 2004, 1-25 p. 2005.

- LEME, E. J. A.; ROSENFELD, U.; BAPTISTELA, J. R. Uso da vinhaça por aspersão com canhão hidráulico. In: Simpósio Internacional sobre Tecnologia dos Álcoois como Combustível, 4, Guarujá. **Anais...** São Paulo, IPT. VZ, p. 815-21. 1980.
- LEME, E. J. A.; SILVA, V. C.; HENRIQUE, J. L. P.; MICKLOS, J. E. **O uso do auto-propelido na aplicação de vinhaça por aspersão: viabilidade técnico-encômica.** Piracicaba, SP, IAA Planalsucar, 1987. 65 p. Boletim.
- LIMA, J. L.; SIQUEIRA, S. H.; ARAÚJO, D. V. Setor Sucroalcooleiro: Álcool. **Informe Setorial**, n. 5. BNDES, 1995.
- MACEDO, N.; MENDONÇA FILHO, A. F.; MORENO, J. A.; INAZZA, A. H. Estimativa do benefício econômico de dez anos de controle biológico da *Diatraea* spp., através de *Apanteles flavipes* Cameron, no Estado de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9., 1984, Londrina, **Resumos...** SEB, 1984, p. 134.
- MACEDO, I. de C.; LEAL, M. R. L.; SILVA, J. E. A. R. **Balço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil** Relatório. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2004.
- MACEDO, I. Setor pode perder espaço com falta de recursos para a pesquisa. **Jornal Cana**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 156, p. 46. 2006.
- MAPA. **Culturas.** Disponível em: <www.agricultura.gov.br> Acesso em: 30 maio. 2007.
- MENDONÇA, A. F.; MORENO J. A., RISCO, B. S. H. Retrospectiva e estágio atual do controle biológico de *Diatraea saccharalis* F. *D. flavipennella* Box (Lep. :Pyralidae) no Estado de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9., 1984, Londrina, **Resumos...** SEB, 1984, p. 132.
- MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar.** 1. ed. Maceió: Insecta, 2005. 317 p.
- MENEGUETTI, N. A. **A Reestruturação Produtiva do Setor Sucroalcooleiro no Brasil de 1975 a 1999.** Paraná, 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.
- MOLINARI, H. B. C. **Expressão estresse-induzida do gene p5cs em plantas transgênicas de cana-de-açúcar submetidas ao déficit hídrico.** Curitiba, 2006. 124 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná.
- MORAES, M. A. F. D. A cadeia produtiva da cana em mercado desregulamentado. **Visão Agrícola**, São Paulo, USP/Esalq. v. 1. p. 94-99. 2004.
- MOURAS, M. M. Mechanical cane harvester developed in Brazil. **Sugar Journal**, November, 1957, p. 14, 16 e 40.
- NASCIMENTO, D.; PINTO, R. O plantio mecanizado será melhor que o convencional. **Idea News**, n. 60, 2005.
- NUNES JUNIOR, D.; PINTO, R. S. A.; TRENTO F., E.; ELIAS, A. I. **Indicadores agrícolas do setor canavieiro, safra 2003/2004.** Ribeirão Preto, SP: Idea, 2005. 111p.
- ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V. C. de.; ALVES, M. C. Aplicação de vinhaça em solo arenoso do Brasil e poluição do lençol freático com nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, v. 13, n. 6, Rio de Janeiro, **STAB**, p. 14-17, 1995.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR, E.; AGUJARO, R.; ROSSETTO, A. J. Efeito da aplicação prolongada da vinhaça nas propriedades químicas dos solos com cana-de-açúcar. Estudo Exploratório. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos** Piracicaba, SP, v. 1, n. 6, p. 28-33, jul-ago. 1983.
- PENATTI, C. P.; CAMBRIA, S.; BONI, P. S.; ARRUDA, F. C. de O.; MANOEL, L. A. Efeitos da aplicação de vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 44, p. 32-38, 1988.

PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar**. Manual de orientação. Piracicaba, SP, 1986. 56 p.

PLANALSUCAR. **Relatório Anual**. Ministério da Indústria e Comércio. IAA. p. 39-44, 1984.

RAIJ, B. Van. Boletim 100 Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico 100**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. Boletim 100 Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico 100**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996.

RIDESA. **Programa Nacional de Pesquisa e Extensão em Cana-de-açúcar e Derivados** 1995.

RIPOLI, T. C. C.; SEGALLA, L. A. O push-rake chega ao Brasil. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 1, p. 34-40, 1981.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba, SP, 2004. 302 p.

ROLIM, M. M. **Avaliação físico-mecânica do material solo-vinhaça concentrada e sua utilização para fins de fabricação de tijolos** Campinas, 1996, Dissertação (Mestrado) – Unicamp, Faculdade de Economia Agrícola.

ROSENFELD, U. Irrigação em cana de açúcar, situação atual e perspectivas para o futuro. In: SIMPÓSIO DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE ALAGOAS, 22., Maceió, AL. **Palestras...** Maceió, AL, 2005. CD-ROM.

ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos sub-produtos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: **Cana-de-açúcar – Cultivo e Utilização** v. 2, p. 435-504, 1987.

RUIZ, M. **Proálcool e seu desenvolvimento**. 2006. Disponível em: <www.sociedadedigital.com.br> Acesso em: 2 jun. 2006.

SILVA, G. M. de A.; POZZI de CASTRO, L. J.; MAGRO, J. A. Comportamento agroindustrial da cana-de-açúcar em solo irrigado e não irrigado com vinhaça. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA INDÚSTRIA AÇUCAREIRA. 4., **Anais...** Águas de Lindóia. 1976. p. 107-122.

SOUZA, I. C. Gerenciamento e custos: cultivares de cana: compensa investir? **STAB**, Piracicaba, SP, v. 23, n. 6, p. 9-10, 2005.

SOUZA, L. da S.; BORGES, A. L.; CINTRA, F. L. D.; SOUZA, L. D.; IVO, W. M. P de M. Perspectivas de uso dos solos dos tabuleiros costeiros. In: ARAUJO, Q. R. de (Org.). **“500 anos de uso do solo no Brasil”**, 1ª ed. Ilhéus, BA: Editus, 2002, p. 521-579.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 10, out.1994, p.72-74.

SZWARC, A. Impactos do uso do etanol nas emissões veiculares em áreas urbanas. In: MACEDO, I de C. **A energia da cana-de-açúcar**. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. Ed. Berlendis Editores Ltda. UNICA, 2005. p. 78-82.

UNICA. **Memória cana-de-açúcar**: origem da atividade. Disponível em: <www.unica.com.br> Acesso em: 16 abr. 2007.

VEIGA FILHO, A. A. **Mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**: uma fronteira de modernização. Campinas, 1998. Dissertação (Mestrado) - IG/Unicamp.

VEIGA FILHO, A. A. **Origens da introdução da colhedora mecânica de cana em São Paulo: alguns indícios históricos**. 2002. Disponível em : <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=109>>. Acesso em: 15 dez. de 2007.

XIMENES FILHO, L. C. Atividades experimentais e demandas do setor sucroalcooleiro nordestino. In: WHORKSHOP SOBRE AVALIAÇÃO E MANEJO DOS RECURSOS NATURAIS EM ÁREA DE EXPLORAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1997, Aracaju-SE. **Palestras...** Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. p. 115-120.

ZANCA, O. The evolution of mechanized sugar cane harvesting in Brazil. **International Sugar Journal**, v. 82, n.973, p. 7-10, 1980.

Literatura recomendada

MATIAZZO, M. E.; GLÓRIA, M. A. da. Efeito da vinhaça na acidez do solo. **STAB**, Piracicaba, SP, v. 4, n. 2, p. 35-40, 1985.

PINTO, A. R. Otimização das operações mecanizadas. **Opiniões**, Ribeirão Preto, SP: Ed. WDS, Ltda., out./dez., 2006. p. 66.

ROSSETTO, R. A cultura da cana, da degradação à conservação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 1, n. 1. p. 80-85, 2004.

Capítulo 2

Impulsionando a produção e a produtividade da indústria sucroalcooleira

João Nunes de Vasconcelos
Raffaella Rossetto
Walane Maria Pereira de Mello Ivo
Antonio Dias Santiago
Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa

A avaliação completa dos avanços tecnológicos ocorridos nos últimos 40 anos na agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil não é tarefa fácil, por se tratar de segmento tão vasto e importante. Sua produção ocorre em duas dezenas de estados da Federação e em mais de três centenas de unidades industriais, com projeto de implantação de quase uma centena de novas unidades nos próximos anos, já utilizando as tecnologias mais modernas. Certamente alguns avanços serão esquecidos, enquanto outros podem não ter o destaque necessário.

Antes da avaliação dos avanços tecnológicos será apresentada uma breve discussão sobre alguns dados de produção do setor. Pela análise dos dados será possível entender que, paralelamente a estas evoluções, houve incremento proporcional nas produções de cana-de-açúcar, açúcar e álcool. As Fig. 1 e 2 apresentam as produções de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), açúcar e álcool no Brasil ao longo das safras 1970/1971 a 2005/2006. Estes dados indicam que, antes da implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975, as produções eram relativamente estáveis: cerca de 75 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 600 milhões de litros de álcool e 6 milhões de toneladas de açúcar. Após a criação do Proálcool, as produções evoluíram rapidamente.

A oscilação das produções ocorreu de acordo com a conjuntura de mercado. Em 1985, no auge do Proálcool, quando a produção de veículos movidos 100 %

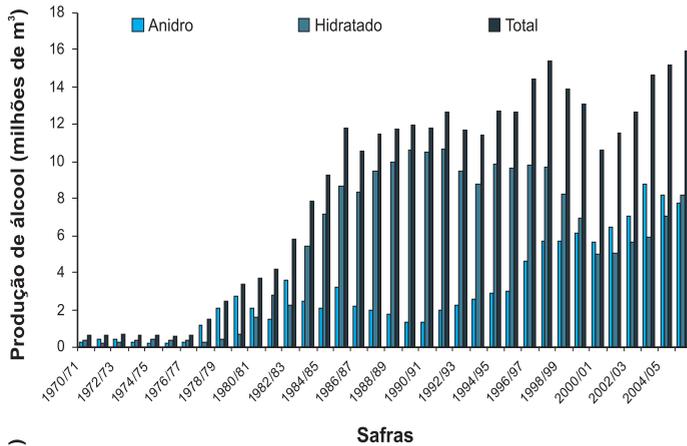


Fig. 1. Evolução da produção de álcool no Brasil nas safras 1970/1971 a 2005/2006.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), da Associação dos Produtores Independentes de Açúcar e Alcool de Alagoas (Assucal), da Datagro, da Unica e do Mapa.

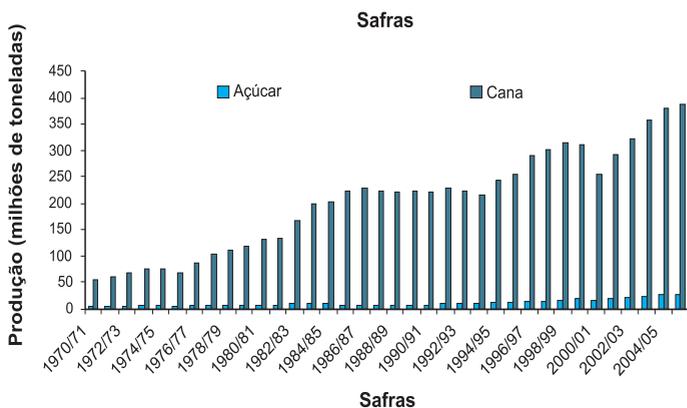


Fig. 2. Evolução da produção de cana-de-açúcar e açúcar no Brasil nas safras 1970/1971 a 2005/2006.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IAA/Assucal/Datagro/Unica/Mapa.

a etanol hidratado atingiu 96 %, o consumo de álcool hidratado foi maior do que o anidro. Com o declínio do programa, o consumo de álcool hidratado decresceu e, proporcionalmente, aumentou o de anidro, que é adicionado à gasolina na proporção aproximada de 24 %. No momento atual, o consumo de álcool hidratado é crescente por causa do grande volume de veículos *flex fuel* (Fig. 3) que usam tanto a gasolina quanto o álcool hidratado, em quaisquer proporções, e que representam atualmente mais de 80% das vendas de veículos leves.



Fig. 3. Evolução das vendas de carros a álcool no Brasil. A partir de 2003, foram incluídos os veículos *flex fuel*.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), Suma Econômica e Datagro.

Desde a criação do Proálcool, a evolução da indústria sucroalcooleira do Brasil esteve atrelada aos avanços e recuos do álcool carburante. Atualmente, com o crescente número de países adotando programas de combustíveis renováveis e com o sucesso dos carros com motor *flex*, a necessidade de expansão da produção alcooleira mais uma vez determina o ritmo de crescimento desta agroindústria, que apresenta fatores de ordem econômica, social e ambiental.

Neste capítulo serão discutidas as principais inovações tecnológicas referentes à indústria, com ênfase na fabricação de álcool combustível e em alguns aspectos da produção de açúcar e da co-geração de energia.

Álcool e açúcar

No que se refere à agroindústria como um todo, pode-se destacar como marco histórico a implantação do sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS), implantado inicialmente no Estado de Alagoas em 1978, pela Resolução nº 6, de 22 de agosto de 1978 (safra 1978/1979) e, na safra 1983/1984, no Estado de São Paulo. Por este sistema, a cana com melhor qualidade recebia remuneração melhor. Com isto, houve maior preocupação por parte das unidades industriais na otimização do processo, diminuindo perdas e aumentando a eficiência industrial (OLIVEIRA; SILVA, 2006; SOUSA, 2006).

A gestão do PCTS era dependente do governo federal e, com a extinção do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), em 1990, o setor passou a adotar novo procedimento para determinar o preço da cana. O Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Consecana), manteve fórmulas e parâmetros do PCTS, com foco na qualidade da matéria-prima, porém acrescentando a paridade custos industriais x custos agrícolas, e fazendo com que o preço do açúcar na cana oscilasse proporcionalmente às oscilações dos preços do açúcar e do álcool. Logo, por este sistema, o pagamento da cana seria feito tomando como base o Açúcar Total Recuperável (ATR) e os preços de mercado (OLIVEIRA; SILVA, 2006; SOUSA, 2006).

No setor de extração foram realizados grandes avanços, sendo os principais o aumento da capacidade de moagem e a eficiência de extração, ressaltando-se a substituição dos jogos de facas pela conjugação de facas e desintegradores e a implantação de alimentação com queda Donnelly, *press roller* e *top roller* e embebição composta. A extração das moendas até 1975 era de 88 % a 89 % de açúcar; após 10 anos de Proálcool, atingiu 95 % (STUPIELLO, 1984). Atualmente este número já está próximo a 97 %.

Os fatores determinantes para a eficiência das moendas nas usinas são o tipo de acionamento (vapor, motores elétricos ou hidráulicos), a quantidade de

vapor, a capacidade dos operadores, a potência das máquinas e o sistema de automação eficiente (TRÊS..., 2006).

O tratamento do caldo para fabricação de açúcar ou de álcool passou a ser feito com clarificadores rápidos tipo Sugar Research Institute (SRI), da Austrália, que reúne 28 das 30 usinas desse país. Na evaporação, foram introduzidos desenhos alternativos ao evaporador Roberts clássico, entre os quais o sistema de filme descendente (*Falling Film*) e os evaporadores tipo termosifão (*reboiler*). Os tachos de cozimento foram aperfeiçoados, sendo que os de cozimento contínuo têm tido larga aplicação nos cozimentos de massa de baixa pureza. Com a adoção em larga escala de flotações de xaropes, houve redução drástica de resíduos de sulfito no açúcar. Ressalte-se ainda que a extração do caldo por difusão vem ganhando espaço nos últimos anos (ZARPELON, 2006).

O evaporador *Falling Film* apresenta algumas vantagens em relação ao Roberts, por exemplo: a menor área de instalação, o fato de não necessitar de instalações nem de obras civis e o maior ciclo entre as limpezas. Mesmo apresentando deficiência na limpeza química, o que causa aumento de incrustações nos tubos, a tendência à sua implantação é irreversível (COADJUVANTE..., 2006).

A literatura indica como tendência irreversível o uso de motores elétricos e caldeiras de alta pressão e, provavelmente, os novos projetos já serão implantados com estas tecnologias. Para Procknor (2006), caldeiras mais eficientes, com pressões maiores que as atuais, serão o futuro. Já foram comercializadas no Brasil moendas que operam sem bagaceira e sem rolo de saída, com economia estimada de 20 % de energia.

Para Giglioti (2006), a indústria de equipamentos para produção de açúcar e de álcool se modernizou. Modificações no sistema de extração permitiram aumentos de 88 % a 90 % para 95 % a 98 % de extração.

Os avanços tecnológicos ocorridos no processo de fermentação alcoólica nas últimas quatro décadas são inúmeros. A adoção destes procedimentos possibilitou que a produção de etanol no Brasil evoluísse, encontrando-se atualmente em patamares elevados de eficiência e produtividade. Os custos de produção de etanol por litro, segundo a literatura, são: US\$ 0,21 (Brasil), US\$ 0,33 (Estados Unidos da América) e US\$ 0,56 (União Européia). Estes valores podem variar em função de inúmeros fatores, mas servem como base comparativa dos custos atuais de produção de etanol. Estes números confirmam, portanto, a superioridade do Brasil em termos de competitividade na produção de etanol carburante.

Um dos grandes diferenciais nesta evolução tecnológica foi a criação do Proálcool, em 1975, como resposta brasileira à primeira crise do petróleo em

1973, reforçada pela segunda em 1979, conforme referido no capítulo anterior. A partir da criação do programa, o álcool passou a ser atividade de real importância na agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil. Antes dele, a produção de álcool era atividade secundária, de pouca importância no complexo agroindustrial da cana-de-açúcar, conduzida nas extintas destilarias centrais do IAA ou em pequenas destilarias anexas, usando mosto de melaço (VASCONCELOS, 2006c).

No que se refere à produção de etanol, o setor de fermentação foi o que obteve maiores progressos, entre os quais podem ser destacados: melhoria da qualidade da matéria-prima; especialização da mão-de-obra; controle microbiológico e operacional do processo; uso de leveduras selecionadas; controle da nutrição das leveduras e da temperatura do processo; uso de agentes antimicrobianos adequados; uso da agitação mecânica; controle de enchimento das dornas; controle de perdas nas centrífugas e na vinhaça; lavagem dos gases para recuperação do etanol; e maior controle das amostragens.

As melhorias ocorreram principalmente pelo maior conhecimento analítico e operacional do processo por parte dos técnicos responsáveis pela produção alcooleira, incluindo-se a melhoria sensível no conhecimento teórico e experimental de todas as etapas envolvidas no processo de produção de etanol. Essas melhorias significaram, nesta evolução, aumentos de eficiência e produtividade e minimização de perdas.

Algumas etapas que contribuíram de forma destacada nesta evolução tecnológica, por causa dos fortes impactos causados na condução da fermentação alcoólica industrial, foram: agitação mecânica, controle de enchimento dos fermentadores, uso de leveduras selecionadas, controle das centrífugas, implantação da fermentação contínua e controle de perdas.

A agitação mecânica traz uma série de benefícios à fermentação, tais como: menor gradiente de temperatura; não-formação de “fundos de dornas de fermentação”; menor tempo de fermentação (menor tempo de residência); maior produtividade em etanol; maiores eficiências fermentativa e de processo; maior uniformidade do produto; melhor desempenho das centrífugas; amostragem representativa; e maior viabilidade celular. A agitação mecânica, se adequada, é a melhor forma de homogeneização do meio em fermentação, tanto no processo em batelada como no contínuo, conduzidos com células livres. Infelizmente, a agitação mecânica em dornas de fermentação, apesar de implantada em número considerável de unidades industriais, ainda não é adotada de forma generalizada (VASCONCELOS, 1985, 2003).

Sabendo-se que os açúcares redutores totais (ART) e o etanol, em determinadas concentrações, exercem efeito de inibição sobre o metabolismo

das leveduras, e que o efeito deles é sinérgico, o controle da adição de açúcares é de fundamental importância, não só para controlar ou mesmo minimizar efeitos inibitórios, mas também para aumentar a eficiência fermentativa e a produtividade.

A adoção de um perfil de alimentação adequado reduz o tempo de fermentação e aumenta a eficiência fermentativa, não exigindo, necessariamente, investimentos e modificações na engenharia do processo. Propicia, também, dependendo do perfil de enchimento adotado, diminuição no consumo de anti-espumante. Nesta etapa, o mosto é adicionado à dorna de forma programada, compatibilizando a velocidade de adição de açúcares (mosto) com o seu consumo pelo microrganismo agente da fermentação. O controle de enchimento das dornas é utilizado em todas as destilarias do Brasil que trabalham em batelada, em algumas de forma empírica. Em outras, porém, a alimentação automatizada já está em fase avançada de testes, o que, certamente, melhorará ainda mais o desempenho do processo de fermentação alcoólica.

A busca por leveduras selecionadas, isoladas do próprio processo industrial de produção de etanol, deve envolver leveduras que tenham resistência a elevadas concentrações de álcool, boa eficiência fermentativa, alta produtividade e elevadas velocidades específicas de crescimento celular, de produção de etanol e de consumo de substrato. Estes três últimos parâmetros são a essência da avaliação da melhor linhagem de levedura. O estudo cinético, aliado a outros parâmetros de desempenho, determinará a melhor levedura produtora de etanol para o processo. Leveduras exógenas nem sempre são adequadas (VASCONCELOS, 2006c; ALENCAR, 2001; CABRINI; GALLO, 1999; SAMBROCK et al., 1989; SILVA FILHO, 2003).

A etapa de separação das leveduras é determinante para o desempenho da fermentação alcoólica industrial, seja o processo conduzido em batelada ou de forma contínua. Apesar de as perdas no vinho de levedurado serem relativamente pequenas, têm grande significação pelos elevados volumes de meio fermentado processado e, ainda, pela elevada relação vinho de levedurado/creme de leveduras. Considerando esta relação como sendo de 10:1, perdas de 1% no vinho de levedurado devem ser multiplicadas por 10, para ter-se as perdas reais. É verdade que já existem unidades industriais que estão otimizando esta etapa do processo e as perdas de leveduras no vinho de levedurado são decrescentes, assim como a relação entre o vinho de levedurado e o creme de leveduras, o que propicia melhorias consideráveis na condução do processo de fermentação alcoólica industrial.

Por esta razão o controle deve ser rigoroso. Se mal conduzida, essa fase do processo de produção provoca grandes variações nos teores de fermento (microrganismos agentes da fermentação alcoólica), nas dornas e nos

diferentes ciclos fermentativos, o que compromete o desempenho do processo fermentativo. Esta etapa, de modo geral, tem recebido atenção, se não ideal, pelo menos satisfatória.

Um procedimento importante nesta evolução tecnológica foi a implantação da fermentação alcoólica contínua. Os primeiros processos foram implantados apenas com a adaptação da estrutura existente na unidade industrial. Os novos já são projetados levando em consideração aspectos cinéticos e bioquímicos do processo. Projetos inadequados inviabilizaram muitos dos processos, principalmente porque ainda não há controle adequado, tanto da vazão de mosto de alimentação como da concentração de açúcares no mosto, entre outros fatores.

Ressalte-se a implantação de processos de fermentação contínua com leveduras floculentas, que objetivam a eliminação das centrífugas. Em virtude de suas peculiaridades, deve ter projeto específico. A adaptação do processo contínuo com células livres para o processo com células floculentas, no qual houve a substituição das centrífugas por um ou dois decantadores, não obteve os resultados esperados. A oscilação da vazão de alimentação pode provocar desequilíbrios no processo, comprometendo o seu desempenho. A solução seria, então, usar leveduras que possam ser, efetivamente, mantidas no fermentador.

Dois pontos de perdas de etanol merecem destaque: na vinhaça e nos gases produzidos durante a fermentação. Ressalte-se que são produzidos de 13 L a 15 L de vinhaça por cada litro de etanol produzido, e qualquer nível de perda na vinhaça se torna extremamente significativo, pelo elevado volume de produção de etanol alcançado pelas destilarias brasileiras. Esta etapa tem recebido cuidados satisfatórios, diminuindo sensivelmente as perdas de etanol pela vinhaça (VASCONCELOS, 2005).

Quanto à recuperação do etanol arrastado pelos gases produzidos durante a fermentação alcoólica, a adoção de dornas (fermentadores) fechadas tem sido crescente. As unidades que adotaram o sistema indicam recuperação de cerca de 1 % do etanol produzido, valor significativo, tendo em vista a elevada produção de etanol nas unidades industriais.

No setor de destilação são válidas as considerações gerais feitas em relação à fermentação, no que se refere ao melhor conhecimento do processo, sobretudo o conhecimento e o controle das perdas. O processo de desidratação do álcool etílico mais difundido no Brasil ainda é o que utiliza o ciclohexano como agente desidratante, apesar de consumir mais vapor. Já existem unidades industriais operando no Brasil produzindo álcool anidro, utilizando o mono etileno glicol (MEG) como agente desidratante. O uso de peneiras moleculares (zeólitas)

para a produção de álcool anidro também é realidade no País, porém ainda não em larga escala (PROCKNOR, 2006). São processos de implantação recente no Brasil, mas parece que a tendência é irreversível.

Adotando equipamentos de destilação que trabalham com duplo efeito, nos quais os vapores de uma coluna são utilizados para alimentar uma outra, que opera com pressão mais baixa, sob vácuo, o consumo de vapor para produção de álcool hidratado, com vinho com 9 °GL, baixaria de 2,2 t/m³ a 2,4 t/m³ para 1,2 t/m³ a 1,4 t/m³ de álcool (PROCKNOR, 2006).

A economia de vapor nas destilarias também pode ser obtida trabalhando-se com meios fermentados (vinho) com teores alcoólicos mais altos, tendo-se em vista que o consumo de vapor é proporcional ao teor de água no vinho. Como consequência de maior teor alcoólico no vinho, tem-se menor consumo de vapor e menor quantidade de vinhaça produzida por litro de álcool, o que implica menor custo de distribuição.

Pode-se destacar ainda tecnologias promissoras que não estão implantadas atualmente em escala industrial, mas que poderão, num futuro próximo, assumir papel importante nesta evolução tecnológica.

O estudo sobre a produção de etanol a partir de matérias-primas celulósicas é preocupação de longa data (GHOSE; TYIAGI, 1979a, 1979b). No Brasil este estudo vem sendo feito principalmente pela perspectiva de uso do bagaço excedente nas usinas. O potencial de incremento na produção de etanol é elevado. Este processo ainda está em desenvolvimento e algumas questões ainda precisam ser avaliadas do ponto de vista econômico, como o custo de produção de etanol, visto que é necessária a hidrólise da celulose contida no bagaço para que haja a fermentação.

Produção de etanol com leveduras imobilizadas em suportes inertes, em que as células são retidas em material inerte, difere do processo com leveduras floculentas pelo fato de, neste caso, o leito ser formado por sistemas suporte-células e, no anterior, por flocos celulares. Caso o suporte seja o colmo de cana-de-açúcar ou o sabugo de milho (*Zea mays* L.) (já existem processos em estudos em escala piloto), no final da safra os sistemas colmo-leveduras ou sabugo podem ser usados para alimentação animal, pois o material é de boa qualidade (volumoso e nutrientes). Mesmo que não sejam usados como ração animal, por serem naturais e biodegradáveis, se devidamente descartados, não agredem o meio ambiente (VASCONCELOS, 1998a, 1998b; SÁ, 2003; VASCONCELOS et al., 2004, 2006b).

Com o elevado grau da automação implantado nas destilarias e no setor de fermentação (controle da preparação do mosto, da adição de antiespumante e da alimentação da dorna), a modelagem e simulação do processo de fermentação alcoólica é uma etapa promissora. Nessa etapa, a partir de

balanços de massa e estudos cinéticos, pode-se obter um modelo matemático global representativo do processo fermentativo, o que permite implementar estratégias de controle, otimizando as condições operacionais gerais. Se o processo for conduzido em batelada alimentada com vazão variável de alimentação, o procedimento adequado é adotar o(s) perfil(is) de enchimento que conduza(m) a melhor eficiência fermentativa e melhor produtividade (VASCONCELOS, 1987; VASCONCELOS, 2006c).

No estágio atual da produção de etanol no Brasil, pode-se avaliar com segurança que uma unidade industrial com bom nível tecnológico adota todos (ou a maioria) dos avanços e/ou otimizações citados a seguir: a) bons laboratórios para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, operados por pessoal qualificado e com equipamentos atualizados; b) controle da nutrição das leveduras; c) controle das centrífugas; d) controle de perdas na vinhaça; e) uso de leveduras selecionadas; f) uso da agitação mecânica nas dornas; g) controle de enchimento das dornas, incluindo a alimentação variável automatizada; h) elevado grau de automação; i) assepsia em todas as etapas do processo; j) adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e do Programa de Alimentos Seguros (PAS); k) controle de adição de antiespumante; l) uso de forma racional e controlada de agentes antimicrobianos; e m) lavagem dos gases produzidos durante a fermentação, com recuperação do etanol (VASCONCELOS, 2006c).

No que se refere a novos produtos, podem ser ressaltados (GIGLIOTTI, 2006):

- a) O plástico biodegradável ou PHB (polihidroxibutirato), produzido pela bactéria *Burkholderia sacchari* Bramer et al. a partir da sacarose e do bagaço de cana, que é degradado em apenas 6 meses, quando em contato com o meio ambiente. Para a produção de um quilograma de plástico, utilizam-se três quilogramas de açúcar e 17,1 kg de bagaço.
- b) Açúcar orgânico, com maior valor agregado.
- c) Açúcar líquido, obtido por meio da hidrólise da sacarose, purificação e descoloração, o que proporciona maior praticidade e qualidade para as indústrias alimentícia, farmacêutica e química.
- d) Bagaço hidrolisado para alimentação animal.
- e) Veículos com motor bicombustível, marco histórico para o setor sucroalcooleiro.
- f) O briquete, derivado interessante, porém ainda não produzido de forma generalizada; produzido a partir do bagaço de cana-de-açúcar e utilizado em padarias, pizzarias e cerâmicas.

Um derivado da cana-de-açúcar, pouco aproveitado, é o CO₂ produzido durante a fermentação alcoólica. Pela estequiometria, para cada 92 g de etanol, formam-se

88 g de CO_2 . Logo, pode-se calcular quanto CO_2 é produzido durante uma safra sucroalcooleira no Brasil ou no mundo. Normalmente este gás carbônico é liberado para a atmosfera, não criando problemas para o efeito estufa, pois a cana-de-açúcar, em sua fase de crescimento, absorve quantidades equivalentes deste gás por meio da fotossíntese. Entretanto já existem processos de aproveitamento deste gás para produção de carbonato ou bicarbonato de sódio. O CO_2 pode também ser recolhido das dornas de fermentação, sendo lavado, comprimido, deodorizado, seco e liquefeito, quando se atinge o grau alimentício, e sendo vendido para carbonatação de refrigerantes e bebidas especiais (MAIS..., 2006). É também utilizado em extintores de incêndio, no congelamento de alimentos, no tratamento de efluentes, na correção do pH e na produção de gelo seco.

A automação nas indústrias sucroalcooleiras já atingiu grau elevado e possibilitou grandes avanços nos processos de produção de açúcar e de álcool. Algumas unidades industriais já unificaram os controles automatizados em um único ambiente, denominado de Centro de Operações Integradas (COI), que permite rapidez nas decisões, redução de paradas, redução dos custos de manutenção, aumentos de eficiência e produtividade, etc. (PLANTA..., 2006).

Co-geração de energia

O setor canavieiro é praticamente auto-suficiente do ponto de vista energético. Toda a energia necessária para o funcionamento da agroindústria vem da geração de vapor na queima do bagaço pelas caldeiras. A tecnologia de queima de bagaço para geração de energia existe desde a década de 1970, porém nesta época ela se caracterizava como um processo pouco eficiente, com baixa pressão e baixo aproveitamento térmico. Nos anos de 1990, com a alta do preço da energia, este quadro mudou e as usinas investiram em infra-estrutura para possibilitar a implementação de tecnologia para o aproveitamento do bagaço de forma eficiente. Tal investimento foi possibilitado por instituições como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que vem oferecendo financiamento para instalação de caldeiras de maior rendimento, as quais geram mais energia elétrica com a mesma quantidade de bagaço queimado. Esta energia foi direcionada inicialmente para a autoprodução, e em seguida, para a comercialização com as concessionárias.

O processo da geração de energia a partir do bagaço ocorre da seguinte forma: nas unidades industriais, após a extração do caldo, obtém-se o bagaço em quantidade que varia de 240 kg/t de cana a 280 kg/t de cana. Este alimenta as caldeiras, onde é queimado, e a energia liberada transforma água em vapor.

O vapor é utilizado no acionamento das turbinas, onde ocorre a transformação da energia térmica em energia mecânica. Estas turbinas são responsáveis pelo acionamento dos picadores, desfibradores e moendas, e pelo acionamento dos geradores para a produção da energia elétrica (UNICA, 2007). A Fig. 4 evidencia a quantidade de bagaço gerada no Brasil e a estimativa da produção de petróleo equivalente, ao longo das safras 1970/1971 a 2005/2006. É um número grandioso e, à medida que o balanço energético for otimizado, as sobras aumentarão e as possibilidades de produção de derivados do bagaço de maior valor agregado poderão se multiplicar.

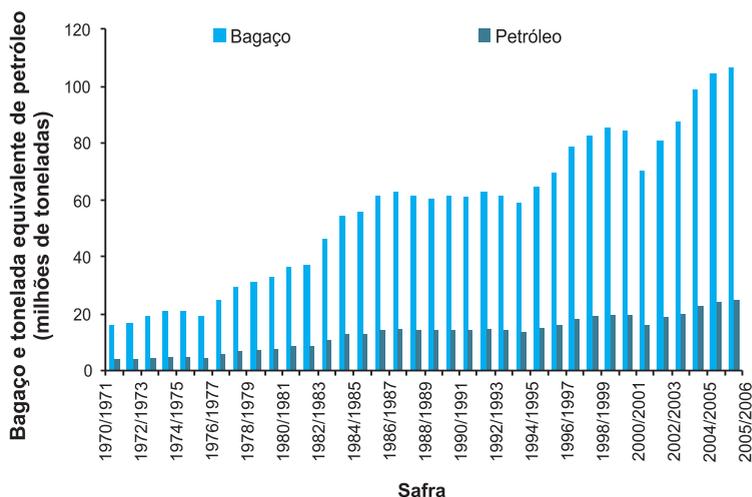


Fig. 4. Produção de bagaço de cana-de-açúcar e toneladas equivalentes de petróleo no Brasil, nas safras 1981/1982 a 2004/2005. Nota: 4,4 toneladas de bagaço = 1 tonelada de petróleo equivalente.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IAA/Assucal/Datagro/Mapa/Única.

O sistema agroindustrial da cana-de-açúcar caracteriza-se como uma atividade que leva a grandes excedentes energéticos. Neste sentido, Macedo (2004) elaborou o balanço energético envolvendo o ciclo completo de produção de álcool, considerando a energia produzida pelo setor menos a energia gasta para produzi-la. No cômputo geral da produção de energia, considerando valores da média das usinas cooperadas ao Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), no ano de 2004, tem-se que a relação de energia produzida sobre energia consumida é de 8,3. Para um cenário baseado nos melhores valores praticados (valores mínimos de consumo com a melhor tecnologia existente e já praticada pelas unidades mais modernas), a relação entre energia produzida e consumida passa a ser de 10,2. Isto significa que a produção de energia pelo setor canavieiro é altamente eficiente, e pode ficar ainda mais com o uso de tecnologias já conhecidas.

As estatísticas de energia registradas no Balanço Energético Nacional (BEN), do Ministério de Minas e Energia, destacam a Oferta Interna de Energia a partir de fontes renováveis, entre elas a cana-de-açúcar, considerando tanto a energia advinda do etanol como do bagaço da cana (Tabela 1). Esses produtos

energéticos resultantes da cana representaram 13,8 % da Matriz Energética Brasileira de 2005, passando a 14,6 % em 2006. De acordo com Ben (2006), a produção de etanol teve significativo aumento de 9,5 % em relação à produção de 2004, quando foi verificado aumento de apenas 1,2 % em relação ao ano anterior. O consumo final de etanol manteve a tendência de crescimento verificada em 2004, passando a 241,1 mil barris/dia, o que é explicável pela crescente penetração dos veículos bicombustíveis. Já o consumo térmico de bagaço de cana cresceu 4,6 %, chegando a 106,5 milhões de toneladas (Tabela 2), número resultante, principalmente, do crescimento da produção de álcool, já que a produção de açúcar não apresentou grande crescimento em 2005 (BEN, 2006).

Tabela 1. Porcentagem da oferta interna de energia no Brasil, nos anos de 2005 e 2006.

Fontes	2005	2006	2005–2006 (%)
Não-renovável	55,5	55,1	-0,8
Petróleo	38,7	37,9	-2,1
Gás natural	9,4	9,6	2,5
Carvão mineral	6,3	6,0	-5,0
Urânio (U3O8)	1,2	1,6	38,7
Renovável	44,5	44,9	1,0
Energia hidráulica	14,8	14,8	0,1
Lenha	13,0	12,4	-4,5
Produtos da cana-de-açúcar	13,8	14,6	6,2
Outras renováveis	2,9	3,0	5,4
Total	100,0	100,0	0,0

Fonte: Ben (2006).

Os projetos de geração de energia a partir de biomassa permitem a redução da emissão de gases do efeito estufa pela substituição do consumo de energia não-renovável e pela venda de energia limpa excedente para a rede. Juntamente com diferentes tecnologias – como a energia eólica, o uso de biogás, a co-geração com outras biomassas –, a geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar tem possibilitado ao Brasil comercializar Reduções Certificadas de Emissões, valendo-se do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Este é um dos mecanismos de flexibilização para os países industrializados alcançarem suas metas individuais de limitação ou redução de créditos de carbono, estabelecido no Protocolo de Quioto. A Fig. 5 traz a

Tabela 2. Produção, importação líquida, consumo e rendimento da produção de produtos da cana-de-açúcar no Brasil nos anos 2004 e 2005.

Atividade e rendimento	Unidade	2004	2005	2004–2005 (%)
Produção de etanol	10 ³ bbl/dia ⁽¹⁾	252,4	276,4	9,5
Importação ou exportação ⁽²⁾	10 ³ bbl/dia	-38,8	-43,0	10,7
Varição de estoques, perdas e ajustes	10 ³ bbl/dia	18,3	11,3	-38,5
Consumo final de etanol	10 ³ bbl/dia	229,0	241,1	5,3
Consumo etanol anidro - Setor transporte	10 ³ bbl/dia	128,4	131,6	2,5
Consumo etanol hidratado - Setor transporte	10 ³ bbl/dia	83,3	97,5	17,0
Consumo em outros usos do etanol	10 ³ bbl/dia	17,3	12,0	-30,8
Rendimento de etanol na cana	L/t cana	83,2	86,7	4,2
Rendimento de etanol de melaço	L/t melaço	323,8	325,4	0,5
Consumo térmico de bagaço ⁽³⁾	10 ⁶ t	101,8	106,5	4,6

⁽¹⁾ bbl/dia = barris por dia.

⁽²⁾ Sinal negativo para exportação e sem sinal para importação.

⁽³⁾ Inclui consumo na geração elétrica nas centrais de autoprodução.

Fonte: Ben (2006).

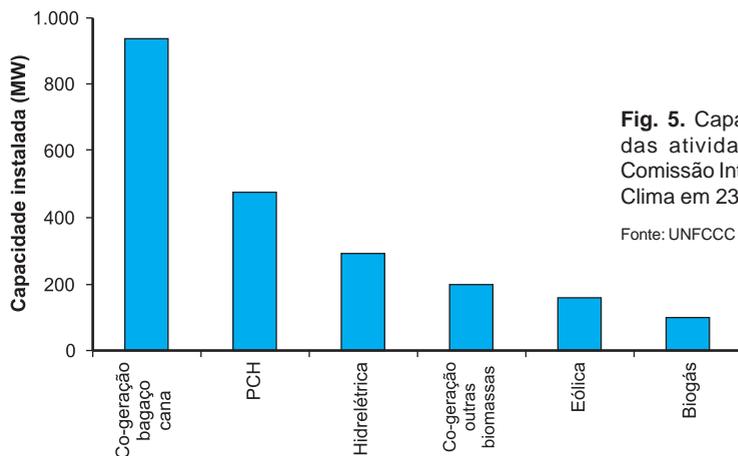


Fig. 5. Capacidade instalada, em megawatts, das atividades de projetos aprovados na Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima em 23 de novembro de 2006.

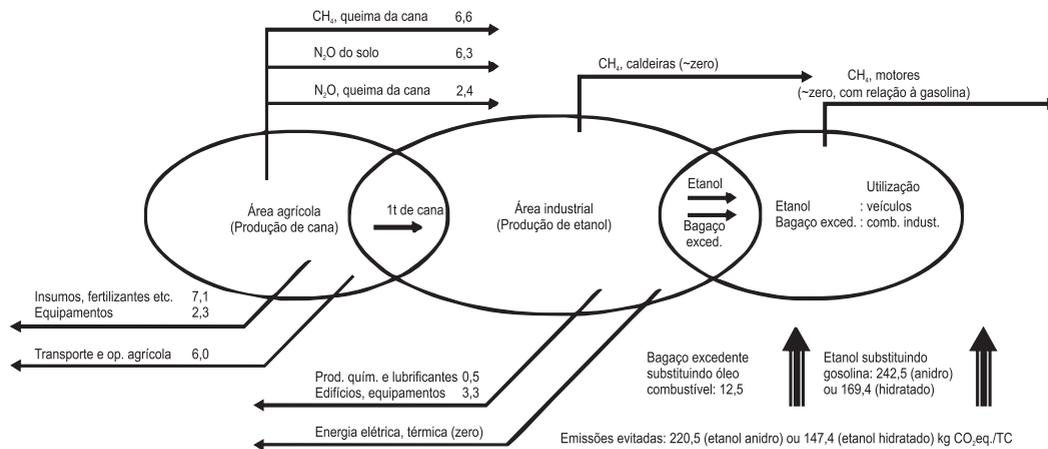
Fonte: UNFCCC (2006).

capacidade instalada das atividades de projetos aprovados pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, em novembro de 2006.

Com relação ao balanço de gases do efeito estufa na agroindústria canavieira, Macedo et al. (2004) quantificaram as emissões que o setor promove advindas do uso de combustíveis fósseis, da queima da cana e da degradação de fertilizantes. Já as emissões evitadas dizem respeito à substituição da gasolina

pelo álcool hidratado ou anidro e o bagaço excedente utilizado para produção de energia. São emitidos entre 33 kg de CO_2 eq./t cana e 34,5 kg de CO_2 eq./t cana, considerando os combustíveis fósseis utilizados em toda a cadeia e as emissões advindas da queima da palha e do uso de fertilizantes. São evitadas as emissões de 12,5 kg de CO_2 eq./t cana a 23,3 kg de CO_2 eq./t cana, utilizando o bagaço como fonte de energia; e são evitadas entre 169 kg de CO_2 eq./t cana e 259 kg de CO_2 eq./t cana quando se produz o álcool para combustível. No balanço entre emissões reais e emissões evitadas, tem-se que a utilização do álcool promove ganhos ambientais ao deixar de emitir entre 220 kg de CO_2 eq./t cana e 250 kg de CO_2 eq./t cana na produção do álcool anidro e 147 kg de CO_2 eq./t cana a 171 kg de CO_2 eq./t cana na produção do álcool hidratado.

A Fig. 6 mostra o balanço de emissões de GEE, transformados em equivalente CO_2 , tendo como referência o consumo de 12 milhões de metros cúbicos anuais de etanol, sendo metade como álcool anidro e metade como álcool hidratado. O etanol foi responsável pela redução de 25,8 milhões de toneladas de CO_2 equivalente.



(*) Excluindo o ciclo da fotossíntese, porque todo o carbono fixado anualmente pela planta é liberado como CO_2 (queima do bagaço e queima/oxidação da palha; queima do etanol; fermentação).

Fig. 6. Emissões de gases do efeito estufa do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar no Brasil (kg CO_2 eq./t cana).

Fonte: Macedo (2004).

Estuda-se ainda a retirada da palhada, ou de parte dela, para queima nas caldeiras e aumento na produção de energia. Essa tecnologia poderá representar grande avanço, uma vez que a retirada parcial da palhada do campo não afetará os benefícios que esta promove ao solo. Além disso, o aporte energético que a palhada poderá representar, em termos de co-geração de energia elétrica, assim que for economicamente viável, representará participação maior do setor na composição da matriz energética, com ganhos ambientais.

Novas tecnologias que aproveitam tanto o bagaço como a palhada para a produção de álcool já existem e esperam viabilidade econômica e alguns detalhes técnicos. A Dedini S.A. Indústrias de Base lançou, em 2003, o processo Dedini hidrólise rápida (DHR), no qual, por meio da hidrólise ácida, a molécula de celulose contida no bagaço ou na palha é quebrada em açúcares menores e, a partir daí, pode ser feita a fermentação alcoólica e a produção do etanol. Atualmente, a produção é de pouco mais de 100 L de álcool por tonelada de bagaço, mas o potencial é de 180 L por tonelada de bagaço. Também estão desenvolvidas as tecnologias para produção de energia pela combustão da vinhaça e para produção de biogás.

Referências

- ALENCAR, E. M. B. **Leveduras isoladas de mosto de cana-de-açúcar usado na produção de álcool carburante**. Recife, 2001. 84 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
- AMORIM, H. V.; BASSO, L. C.; ALVES, D. M. G. **Processos de produção de álcool: controle e monitoramento**. São Paulo: Fermentec / Fealq/ Esalq – USP, 1996. 103 p.
- BEN, 2006. **Balanco energético nacional**. Ministério das Minas e Energia. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 19 mar. 2007.
- CABRINI, K. T.; GALLO, C. R. Identificação de leveduras contaminantes no processo de fermentação alcoólica na Usina Santa Elisa. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba-SP, v. 17, n. 4, p. 48-50, 1999.
- COADJUVANTE ENERGÉTICO. **Alcoolbrás**, v. 8, n. 103, p. 30-32, 2006.
- GHOSE, T. K.; TYIAGI, R. D. Rapid ethanol fermentation of cellulose hydrolysate. I. Batch versus continuous systems, **Biotechnology and Bioengineering**, v. 21, n. 8, p. 1387-1400, 1979a.
- GHOSE, T. K.; TYIAGI, R. D. Rapid ethanol fermentation of cellulose hydrolysate. II. Product and substrate inhibition and optimization of fermentor design. **Biotechnology and Bioengineering**, New York, v. 21, p. 1401-1420, 1979b.
- GIGLIOTI, E. A. 25 anos de pesquisa e inovação tecnológica - proporcional liderança competitiva ao setor sucroalcooleiro do Brasil. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos** v. 25, n. 2, p. 40-41, 2006.
- MACEDO, I. de C.; LEAL, M. R. L.; SILVA, J. E. A. R. **Balanco das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil** Relatório. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2004.
- MACEDO, I. de C. **A energia da cana-de-açúcar**. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Ed. Berlendis Editores Ltda. Unica, 2005, 237 p.
- MAIS PRODUTIVIDADE E PRODUTOS. **Idea News**, v. 7, n. 74, 2006.
- NUNES JUNIOR, D. Um setor em constante evolução. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 25, n. 2, p. 23-24, 2006.
- OLIVEIRA, E. R.; SILVA, G. M. A. Revista STAB: 25 anos. **STAB**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 48, 2006.

- PLANTA CONTROLADA A DISTÂNCIA. **Alcoolbrás**, São Paulo, v. 8, n. 105, 2006.
- POLÔNIO, W. L.; RAZUK, P. C. Aspectos gerais da co-geração – primeira parte. **Revista Alcoolbrás**, v. 8, n. 100, p. 73-77, 2006a.
- POLÔNIO, W. L.; RAZUK, P. C. Aspectos da co-geração – segunda parte. **Revista Alcoolbrás**, v. 8, n. 101, 2006b.
- PROCKNOR, C. Olhando para frente. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 25, n. 2, p. 28-29, 2006.
- RAMALHO FILHO, R.; VASCONCELOS, J. N. de. Du PRO-ALCOOL à la Valorisation intégrale de la canne à sucre dans l'état d'alagoas, Brésil. **Cahiers du Brésil Contemporain**, Paris, v. 16, p. 99-129, dez. 1991.
- RAMALHO FILHO, R.; VASCONCELOS, J. N. de. Do PRO-ALCOOL à valorização Integral da cana-de açúcar em Alagoas. In: MAIMON, D. (Org.). **Ecologia e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 1992. p. 235-258.
- SÁ, M. J. P. de. **Produção de etanol por levedura imobilizada em sabugos de milho** Maceió, 2003, 79 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas.
- SAMBROOK, J.; FRISTSCH, E. F.; MANIATS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2. ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory. Cold spring Harbor, 1989.
- SILVA FILHO, E. A. **Caracterização genética de populações de leveduras de destilarias de álcool combustível para otimização do processo de fermentação** Recife, 2003, 108 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco.
- SOUSA, I. C. de. Por que somos eficientes. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 25, n. 2, p. 21-22, 2006.
- STUPIELLO, J. P. Aspectos comparativos das tecnologias de produção de álcool antes do PROÁLCOOL e presentemente. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, 1984, v. 3, n.2, p. 25 – 27.
- TRÊS OPÇÕES disputam o mercado de acionamento de moendas. **Alcoolbrás**, São Paulo, SP, v. 7, n. 81, p. 97-100, 2006.
- UNICA. 2007. Disponível em: <www.portalunica.com.br> Acesso em: 19 mar. 2007.
- UNFCCC. **Bagasse-based cogeneration connected to an electricity grid. Bonn, GE: CDM, 2006.** (Approved Baseline Methodology, AM0015). Methodology. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int>. Acesso em 10 abr. 2007.
- VASCONCELOS, J. N. de. Estudo sobre a composição química da vinhaça de diferentes procedências no Estado de Alagoas. **Saccharum-APC**, São Paulo, v. 6, n. 29, p. 40-48, 1983a.
- VASCONCELOS, J. N. de. Estudo sobre a composição química de torta de filtro rotativo no Estado de Alagoas. **Saccharum-APC**, São Paulo, v. 6, n. 27, p. 32-38, 1983b.
- VASCONCELOS, J. N. de; SILVA, A. F. M. da. Avaliação da eficiência do aproveitamento de “Fundos de Dornas” de fermentação. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v. 5, n. 20, p. 16-27, jan./fev. 1985.
- VASCONCELOS, J. N. de. **Operação e simulação do processo de fermentação alcoólica em batelada alimentada com vazão variável de alimentação** Rio de Janeiro, 1987. 229 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- VASCONCELOS, J. N. de.; LOPES, C. E.; de FRANÇA, F. P. Yeast immobilization on cane stalks for fermentation. **International Sugar Journal**, v. 100, n. 1190, p. 73-75, fev./1998a.
- VASCONCELOS, J. N. de. **Fermentação alcoólica com levedura imobilizada em colmos de cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro, 1998b. 110 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- VASCONCELOS, J. N. de. Agitação no processo de fermentação alcoólica. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 21, n. 4, p. 16, mar./abr. 2003.
- VASCONCELOS, J. N. de. Boas práticas de fabricação na agroindústria da cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 22, n. 5, p.15-16, maio/jun. 2004.
- VASCONCELOS, J. N. de; LOPES, C. E.; de FRANÇA, F. P. Continuous ethanol production using yeast immobilized on sugar-cane stalks. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 21, n. 3, p. 357-365, july/sept 2004.
- VASCONCELOS, J. N. de. Perdas de etanol na vinhaça. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 23, n. 4, p. 24-25, mar./abr. 2005.
- VASCONCELOS, J. N. de. O etanol carburante e o automóvel bicomcombustível no Brasil. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 24, n. 3, p. 18-19, jan./fev. 2006a.
- VASCONCELOS, J. N. de. Alcoholic fermentation with immobilized yeast in sugar cane stalks. In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF SUGAR CANE CO-PRODUCTS. ISSCT-STAB, Maceió-AL, 2006b. **Anais...** CD-ROM.
- VASCONCELOS, J. N. de. Avanços tecnológicos na fermentação alcoólica industrial. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 25, n. 2, p. 34-38, 2006c.
- ZARPELON, F. Os 25 anos da Revista STAB. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 25, n. 2, p. 26, 2006.

Literatura recomendada

- AMORIM, H. V. de; II LEÃO, R. M. (Org.). **Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia**. Piracicaba, SP: Fermentec, 2005, 448 p.
- GUIA Internacional do etanol (ethanol guide). Ribeirão Preto, SP: ProCana. 319 p.
- IEL. **O novo ciclo da cana**: estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos Brasília, DF: Ed. IEL/NC; Sebrae, 2005. 344 p.
- MANUAL dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília, DF: Abipti, 1999, 474 p.
- MOTOR a álcool – uma saga brasileira em 4 tempos. Edição especial. **Revista Álcool & Açúcar**, São Paulo, Editora Som Verda, 1983. 70 p. Edição especial.
- NATALE NETO, J. A saga do álcool-motor no Brasil: o idealismo de seus pioneiros. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v. 15, n. 82, p. 14-24, 1995.
- REVISTA STAB – Açúcar, álcool e subprodutos. Piracicaba, SP, Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil – STAB.
- REVISTA Alcoolbrás, São Paulo, SP, Editora Valete.

Capítulo 3

Florestas energéticas

José Otavio Brito
Helton Damin da Silva
Francides Gomes da Silva Junior
Washington Luiz Esteves Magalhães

A aplicação energética é uma das principais formas de utilização mundial da madeira e, ao contrário do que a maioria pensa, a produção destinada a tal uso vem aumentando ao longo dos últimos anos (Fig. 1). Atualmente, o volume anual de madeira produzida para energia é da ordem de 1,59 bilhão de metros cúbicos. Levando-se em conta que a produção mundial anual de madeira para todos os fins é de, aproximadamente, 3,5 bilhões de metros cúbicos, conclui-se que 45 % da madeira produzida no mundo tem destinação energética (Fig. 2).

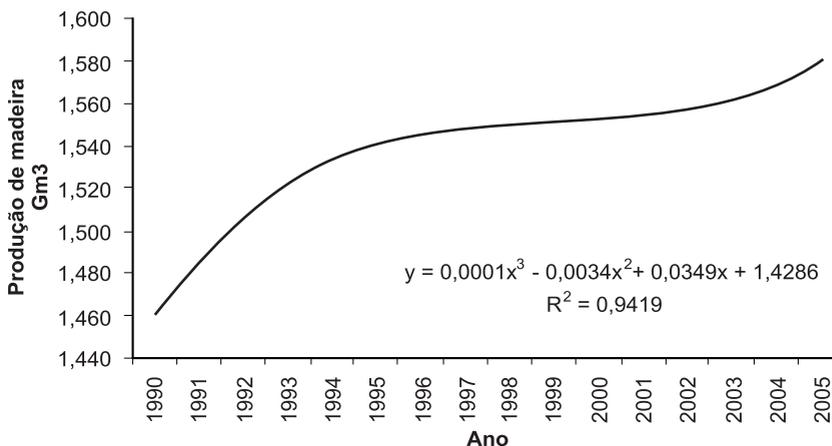


Fig. 1. Evolução da produção mundial de madeira para energia.

Fonte: FAO (2007).

Em vários locais, o uso da madeira para energia é considerado fator crucial para a própria subsistência das populações. Na sua forma direta, como lenha, ou na forma do seu principal derivado energético, o carvão vegetal, a madeira é um combustível vital para o aquecimento e preparo de alimento para bilhões de pessoas, em diversas regiões do planeta. Estima-se que, a cada seis pessoas, duas utilizam a madeira como a principal fonte de energia, particularmente

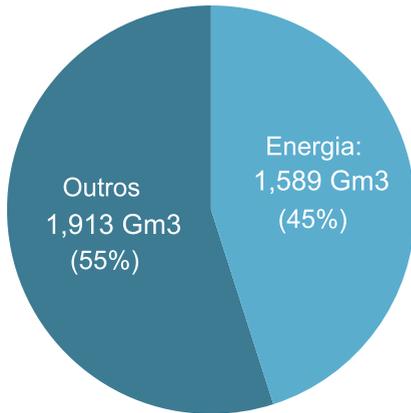


Fig. 2. Distribuição da produção mundial de madeira – energia x outros usos.

Fonte: FAO (2007).

para famílias de países em desenvolvimento, sustentando processos de secagens, cozimentos, fermentações, produções de eletricidade (FAO, 2003). Isto é mais evidente nas regiões que congregam os países com os menores níveis de desenvolvimento econômico. Contudo, é importante destacar que, mesmo nos países mais desenvolvidos, em que pese a menor dependência comparativa das outras fontes energéticas, os volumes de madeira destinados a essa finalidade são bastante expressivos. Na Alemanha, Noruega e Espanha, mais de 10 % de toda a madeira usada têm destino energético. Na Rússia e na Suíça, esse valor é superior a 20 %, enquanto na Dinamarca, Itália e Hungria, supera os 50 %, segundo a FAO (2007). É importante mencionar que a produção de madeira para energia na Europa tem aumentado nos últimos anos, conforme pode ser observado na Fig. 3.

Na América Latina e Caribe, os números relacionados com a aplicação da madeira para energia são também bastante relevantes. Ainda segundo a FAO (2007), a

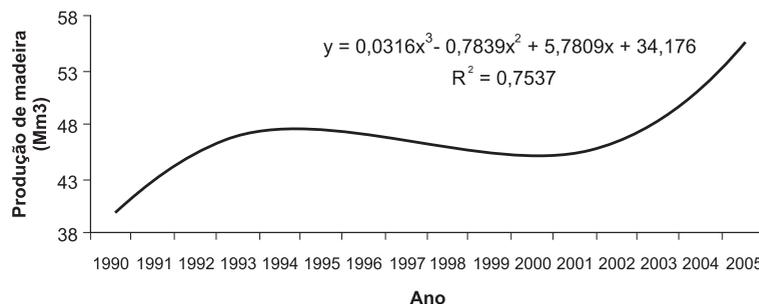


Fig. 3. Evolução da produção de madeira para energia na Comunidade Européia.

Fonte: FAO (2007).

região respondeu, no ano de 2005, por uma produção de 276,2 milhões de metros cúbicos de madeira para energia, ou seja, 17,4 % do consumo mundial de madeira para aquele fim, sendo o Brasil e o México os principais produtores (Fig. 4).

Logicamente, os quadros de produção refletem as demandas, o que traz uma situação bastante preocupante quanto à questão da continuidade da oferta

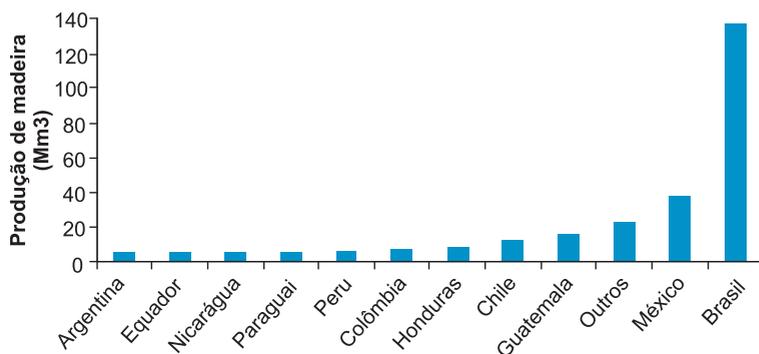


Fig. 4. Produção de madeira para energia na América Latina e Caribe.

Fonte: FAO (2007).

de madeira para energia. Em várias regiões, a situação é crítica não somente pela escassez de florestas, mas também diante das dificuldades de encontrar substitutos energéticos adequados, com preços competitivos.

Além da chamada “demanda espontânea” ou “demanda histórica”, devem ser destacadas as denominadas “demandas ocasionais”, que estimulam ainda mais o consumo da madeira para fins energéticos. Um exemplo típico foi aquele vinculado à crise do petróleo, vivenciada, sobretudo, na década de 1970. Na ocasião, a madeira passou a ser vista como alternativa mais imediata para a diminuição da dependência da importação de energia, para muitos países.

Nos últimos anos, é notória mais uma fase em que se busca, na madeira, alternativa para os combustíveis fósseis. A grande motivação está agora atrelada à questão ambiental. A possibilidade da reciclagem de CO₂, a menor emissão de produtos químicos nocivos ao ambiente e, sobretudo, a sustentabilidade da produção, são elementos básicos que têm despertado interesse adicional nas possibilidades do uso da madeira para fins energéticos.

Já no início dos anos de 1990, por exemplo, segundo relato da Gazeta Mercantil (1993), havia referências ligadas ao Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, que previam a possibilidade de a madeira conquistar, em 20 anos, até 15 % do mercado doméstico de combustível para geração elétrica daquele país. Naquela época, a fatia desse mercado era 1 %. Segundo a mesma fonte, desde 1980, já teriam sido gastos no país mais de US\$ 10 bilhões em usinas destinadas à queima da madeira, ou seja, aproximadamente 40 % a mais do que os gastos conjuntos de instalações para energia eólica e solar. Uma das razões para tal nível de investimento estaria ligada ao fato de que o custo da eletricidade gerada pela queima da madeira era de, aproximadamente, um terço do custo da eletricidade gerada, por exemplo, pela energia solar.

É diante de tal situação que, mundialmente, têm-se tornado cada vez mais importantes e intensas as tomadas de decisões em relação ao emprego da madeira para fins energéticos. Nesse contexto, têm sido indispensáveis: a valorização do conceito do uso da madeira para energia, como atividade compatível com as demais formas de utilização desse produto; o incremento

na eficiência de aproveitamento dos atuais recursos mediante, por exemplo, maior intensidade de uso energético de resíduos provenientes dos diferentes processos de produção florestal e madeireira; tornar mais eficientes as técnicas e processos de conversões energéticas da madeira. Contudo, o maior desafio encontra-se na necessidade da intensificação das práticas para o correto manejo das florestas nativas e, sobretudo, no plantio de florestas com espécies de rápido crescimento. Somente isso poderá, no mínimo, garantir a manutenção dos estoques florestais em várias regiões do mundo, de forma a contribuir para a continuidade de oferta de madeira destinada ao uso energético.

Madeira para energia no Brasil

O uso da madeira para energia considera a diminuição da dependência energética externa e a maior segurança quanto ao suprimento da demanda, algo que muitos combustíveis hoje empregados não proporcionam. Além disso, graças ao seu alto potencial renovável e produtivo, especialmente no caso brasileiro, ela pode expressar uma matriz energética ambientalmente mais saudável e socialmente mais justa, pois é uma fonte de energia que possibilita importante taxa de geração de emprego.

A Tabela 1 apresenta a posição da madeira no contexto da matriz energética nacional, considerando-se o consumo final por tipo de fonte.

Tabela 1. Consumo final de energia no Brasil, por fonte em 2005.

Fontes	Milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep)	(%)
Derivados de petróleo	83,78	42,7
Gás natural	13,4	6,9
Carvão mineral ⁽¹⁾	4,9	2,5
Eletricidade	32,3	16,5
Madeira ⁽²⁾	22,4	11,4
Produtos da cana ⁽³⁾	21,6	11,0
Outras fontes	17,8	9,1
Total	195,9	100,0

⁽¹⁾ Carvão natural, coque e gás de coqueria.

⁽²⁾ Lenha e carvão vegetal.

⁽³⁾ Etanol e bagaço.

Fonte: Ministério das Minas e Energia (2006).

Há relativamente pouco tempo a madeira deixou de ser a principal fonte de energia primária no Brasil quando, no século passado ou, mais exatamente, durante a década de 1970, ela foi suplantada pelo petróleo e, em seguida, pela hidroeletricidade. A participação da madeira no balanço energético brasileiro veio decrescendo ao longo do tempo, sobretudo porque houve incentivo maior para o uso de derivados de petróleo e hidroeletricidade para atendimento das novas demandas energéticas. Nos últimos 10 anos, contudo, pode-se constatar uma forte reversão nessa tendência, conforme ilustrado nas Fig. 5 e 6. Isto talvez esteja sendo motivado pelas incertezas quanto à oferta de outras fontes e, sobretudo, por causa das vantagens econômicas e das oportunidades ambientais e estratégicas oferecidas pelo uso da madeira como fonte de energia.

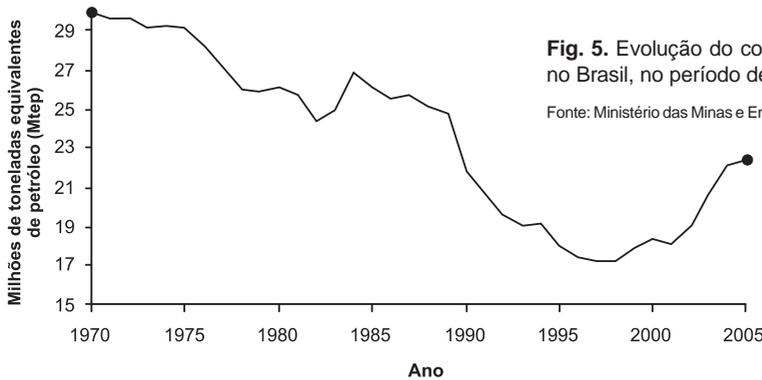


Fig. 5. Evolução do consumo de madeira para energia no Brasil, no período de 1970 a 2005.

Fonte: Ministério das Minas e Energia (2006).

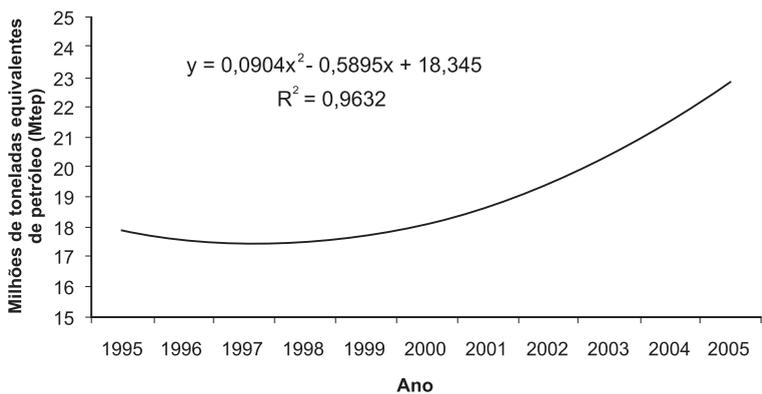


Fig. 6. Evolução do consumo de madeira para energia no Brasil, no período de 1995 a 2005.

Fonte: Ministério das Minas e Energia (2006).

Se a quantidade de madeira para energia no Brasil, no seu equivalente em toneladas de petróleo, for transformada em volume efetivo do produto, os valores ultrapassarão os 200 milhões de metros cúbicos anuais. Esses valores são superiores aos números fornecidos pela Organização das Nações Unidas

para a Agricultura e a Alimentação (FAO), no que tange à produção de madeira para energia no Brasil, que são da ordem de 140 milhões de metros cúbicos anuais (Fig. 4). Independentemente das discrepâncias que possam existir entre as fontes, os volumes envolvidos são bastante expressivos. Para efeito comparativo, segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (2007) e a Associação Brasileira de Celulose e Papel (2007), o consumo anual de madeira como matéria-prima industrial, no Brasil, atingiu a casa dos 140 milhões de metros cúbicos, compreendendo a produção de celulose, papel, serraria, chapas e painéis. Desse modo, conclui-se que, no mínimo, 50 % da madeira usada no País possui destinação energética, o que, sem nenhuma contestação, representa o maior volume de madeira vinculada a um uso específico.

Considerando os preços médios de comercialização de madeira para energia, os recursos envolvidos nessa cadeia têm atingido, no mínimo, US\$ 2 bilhões anuais em movimentação financeira. A título comparativo, as exportações brasileiras de produtos de origem florestal atingiram, em 2005, US\$ 2,3 bilhões, segundo o Instituto de Economia Agrícola (2007).

Além dos aspectos quantitativos apresentados, a obtenção de energia a partir da madeira permite o atendimento de necessidades básicas e indispensáveis de conforto e sobrevivência humana. Considerando-se um consumo médio anual de dois metros cúbicos de madeira por pessoa, pode-se estimar a existência atual de um contingente de, pelo menos, 30 milhões de pessoas dependentes da madeira como fonte energética domiciliar no Brasil (BRITO, 2007). Muito provavelmente, trata-se de pessoas vinculadas às camadas mais pobres da população, as quais possuem dificuldades de acessar outras fontes energéticas, por razões econômicas ou estruturais. Nesse contexto, pode-se vislumbrar um forte componente de ordem social a ser atendido em relação às políticas públicas, com forte apelo e ligação com a questão de segurança alimentar no País. Tais fatos, associados às atuais exigências quanto ao uso de recursos energéticos renováveis e de baixo impacto ambiental, revelam que tal aplicação deve ser vista como uma das mais nobres e modernas.

Plantios florestais e produção de madeira para energia

As florestas plantadas, integradas às diversas cadeias industriais de transformação da madeira, ocupam, atualmente, lugar de destaque entre os

diferentes segmentos industriais de diversas nações, tendo em vista os indicadores como geração de renda, arrecadação de tributos, mão-de-obra empregada e geração de divisas. As florestas plantadas destacam-se por representar relevante fonte de suprimento de madeira para as cadeias produtivas de importantes segmentos industriais como os de celulose e papel, produtos sólidos de madeira, painéis reconstituídos, móveis, siderurgia a carvão vegetal, energia e produtos de madeira sólida.

Na lista dos países com os maiores plantios florestais, o Brasil destaca-se no sétimo lugar, com 5,2 milhões de hectares plantados, ficando atrás da China, da Índia, da Rússia, dos Estados Unidos da América, do Japão e da Indonésia (Tabela 2).

Tabela 2. Ranking dos países com os maiores plantios florestais em 2005.

Ranking	País	Superfície terrestre (1.000 ha)	Florestas plantadas	
			(1.000 ha)	% ⁽¹⁾
1º	China	932.743	45.083	23,5
2º	Índia	297.319	32.578	17,0
3º	Rússia	1.688.851	17.340	9,0
4º	Estados Unidos da América	915.895	16.238	8,5
5º	Japão	37.652	10.682	5,6
6º	Indonésia	181.157	9.871	5,1
7º	Brasil	845.651	5.242 ⁽²⁾	2,7
8º	Tailândia	51.089	4.920	2,6
9º	Ucrânia	57.935	4.425	2,3
10º	Irã	162.201	2.284	1,2
	Outros	7.893.407	43.312	22,6
	Total	13.063.900	186.733	100,0

⁽¹⁾ % da área plantada no País em relação à área plantada no mundo

⁽²⁾ Inclui somente florestas com pinus e eucalipto

Fonte: Associação Brasileira de Florestas Plantadas (2006).

Os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* encontram-se entre as espécies mais intensamente plantadas no mundo. Segundo dados da Associação Brasileira de Florestas Plantadas (2006), o Brasil conta com 3,4 milhões de hectares de plantios de eucalipto e 1,8 milhão de hectares de pinus. Isto representa a maior área de plantios com espécies desses gêneros na América Latina. Ainda segundo aquela fonte, as demais espécies plantadas, como teca (*Tectona*

grandis L.f.), acácia-negra (*Acacia decurrens* Willd.), gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.], populus (*Populus* spp.) e pinheiro-do-paraná [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze], somam uma área estimada de, aproximadamente, 326 mil hectares. Desse total, a acácia representa 178,3 mil hectares, seguida da seringueira, com cerca de 68 mil hectares.

Segundo Lima (1993), as espécies de eucalipto mundialmente mais usadas em plantios florestais são: *E. grandis* W. Hill ex Maiden, *E. camaldulensis* Dehnh, *E. tereticornis* Sm., *E. globulus* Labill., *E. viminalis* Labill., *E. saligna* Sm., *E. urophylla* S. T. Blake, *E. deglupta* Blume, *E. exserta* F. Muell., *E. paniculata* Smith, *E. robusta* Sm., além de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook). De acordo com Suchek (1991), as maiores áreas de plantio para fins industriais no mundo concentram as seguintes espécies: *E. camadulensis*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. regnans* F. Muell. e *E. delegatensis* R. T. Baker.

Ainda segundo aquele autor, em que pese o aumento no uso de outras espécies do gênero, *E. grandis*, conjuntamente com *E. saligna* e *E. urophylla* e seus híbridos interespecíficos encontram-se no rol das espécies de eucalipto mais plantadas no Brasil.

Na Região Sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, concentram-se as maiores áreas de plantio de *E. grandis* e *E. urophylla*, sobretudo para o fornecimento de madeira para a indústria de celulose. Nessa Região, onde as espécies encontram condições edafoclimáticas adequadas para um excelente desenvolvimento, elas têm sido também usadas para a obtenção de outros produtos, por exemplo, chapas de madeira. Intensifica-se também o uso dessas espécies para a obtenção de madeira serrada. A disponibilidade de plantios tem feito com que a madeira das espécies do gênero *Eucalyptus* venha sendo empregada também como fonte de energia no setor industrial, agropecuário e residencial.

Deve ser aqui lembrado que o início da silvicultura de florestas plantadas no País, que remonta do início do século passado, ocorreu por causa de um problema puramente energético. A escassez de combustível (lenha) para atender à demanda das locomotivas da Companhia Paulista de Estrada de Ferro obrigou a empresa a buscar novas opções. Foi então que se introduziu o gênero *Eucalyptus* no Brasil e passou-se a produzir florestas de rápido crescimento. Portanto, a idéia de “floresta energética”, ou melhor, florestas produtoras de madeira para energia, não é nova e nem totalmente desconhecida do ponto de vista técnico, conforme afirmavam Balloni et al. (1982).

Em Minas Gerais, os plantios com eucalipto foram intensificados, sobretudo, nas décadas de 1970 e 1980, com o objetivo de fornecimento de matéria-prima para a produção de carvão vegetal destinado à indústria siderúrgica. Apesar de os plantios apresentarem excelentes produtividades silviculturais, *E. grandis*, escolhido na fase inicial dos plantios, não logrou sucesso, no que diz respeito à qualidade de sua madeira, principalmente pela baixa densidade e baixa resistência físico-mecânica do carvão vegetal obtido. É que, originalmente, as sementes eram provenientes de áreas de oferta de material destinado à produção de celulose. Diante desse quadro, outras espécies passaram a ser testadas, com destaque para *E. camaldulensis*, *E. cloesiana* Hook e *C. citriodora*. Clones ou mesmo materiais de origem de sementes, apresentando qualidade de madeira específica para carvão, geralmente associados a *E. urophylla* e híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, passaram também a ter destaque.

Também nas décadas de 1970 e 1980, sobretudo nas épocas das crises de petróleo, foram realizados muitos estudos com espécies de eucalipto no Brasil, visando à produção de florestas destinadas ao uso energético. Na maior parte desses estudos, o objetivo era o de reduzir o espaçamento de plantios e a idade de corte, para aumentar a produtividade e obter madeira em menor espaço de tempo. A justificativa principal era a de que as dimensões da madeira para usos energéticos não eram as mesmas daquela destinada à indústria de celulose, podendo ser tolerados menores diâmetros. Eram as chamadas “florestas de ciclo curto”, com propostas de plantio de até 5 mil árvores por hectare e idades de corte entre 3 e 4 anos. A Tabela 3 apresenta resultados experimentais alcançados em Minas Gerais para tais tipos de florestas de *E. grandis*.

Tabela 3. Dados de plantios experimentais de florestas de ciclo curto de floresta tradicional com *Eucalyptus grandis* no Estado de Minas Gerais.

Variáveis	Idade (meses) ⁽¹⁾				Floresta tradicional ⁽²⁾
	19	25	32	39	
DAP ⁽³⁾ (cm)	5,3	5,7	7,5	6,6	-
Altura (m)	9,2	9,7	11,9	11,8	-
Vol. sol. (m ³ /ha)	45,0	65,0	164,0	129,0	200

⁽¹⁾ Espaçamento inicial de 1,5 m x 1 m – 5.500 árvores/ha.

⁽²⁾ Espaçamento 3 m x 2 m – 1.600 árvores/ha – corte aos 6 anos – floresta para atender à indústria de celulose. Fonte: consulta pessoal a empresas.

⁽³⁾ DAP - diâmetro da árvore à altura do peito.

Fonte: Rezende (1981).

Atualmente, o estabelecimento em ampla escala de florestas de ciclo curto nos níveis dos apresentados na Tabela 3 não tem sido prática comum. Há vários pontos de questionamento tais como: ciclagem de nutrientes, sustentabilidade da produção, taxa de sobrevivência, métodos e intensidade de exploração, condução da brotação, os quais ainda não se encontram equacionados. Quando são utilizados solos apropriados e bem adubados, as florestas de ciclo curto podem fornecer elevadas produtividades. Entretanto, em solos de baixa fertilidade e sem eficiente adubação, dois ou três ciclos de corte poderão esgotar o solo, conforme afirma Poggiani (1981).

Considerando que grande parte dos reflorestamentos no Brasil tem caminhado para regiões de solo pobre, e, principalmente, sujeitas a deficiências hídricas acentuadas, Balloni, Migliorini e Brito (1982) recomendam que a adoção de espaçamentos inferiores a 3 m²/planta deve ser encarada com muita cautela.

Por conta dos pontos anteriormente mencionados, tem-se observado a adoção dos espaçamentos 2 m x 1,5 m, 2 m x 2 m, 3 m x 1,5 m, 3 m x 2 m e 3 m x 3 m nos plantios com eucalipto, e idades de corte não inferiores a 5 anos. Os menores espaçamentos são os mais recomendados para plantios destinados à produção de madeira para energia e carvão vegetal.

Resíduos florestais

Define-se como resíduos florestais todo material originário da árvore e que, tradicionalmente, permanece no campo após a exploração da floresta. Folhas, galhos, casca, madeira com diâmetro inferior ao limite exigido pela indústria são materiais tradicionalmente considerados como resíduos florestais. Existem ainda as touças e as raízes que também podem ser consideradas como resíduos, mas que são de difícil exploração.

Considerando apenas a casca, os galhos e parte das folhas, os resíduos da exploração de uma floresta de *E. grandis* podem contribuir com até 25 % a mais de matéria-seca, em relação à floresta explorada dentro dos padrões normais para a produção de madeira para celulose, segundo Balloni et al. (1982).

Na verdade, há duas limitações para o aproveitamento racional desses resíduos. A primeira diz respeito à sua exploração ou coleta. As dificuldades básicas residem na alta dispersão e baixa densidade do material a ser explorado. Sistemas mecanizados de picagem e adensamento de resíduos no campo constituem soluções que têm sido aplicadas. A outra limitação para aproveitamento dos resíduos diz respeito às folhas e aos galhos finos. Questiona-se que, em florestas com idade de corte, eles representam entre

5 % a 10 % da matéria seca total produzida pela árvore, enquanto que pode conter mais de 50 % dos nutrientes essenciais às plantas. A remoção das folhas para uso energético certamente acarretará necessidades de reposição desses nutrientes por meio de adubação, para que se mantenha a produtividade da floresta nos ciclos subsequentes. Considerando os aspectos econômicos dessa reposição e a baixa representatividade das folhas, é recomendável que, na exploração dos resíduos, esse material seja deixado no campo. Experiências conduzidas em empresas florestais brasileiras, em plantios de eucalipto, têm demonstrado que basta deixar que os resíduos sequem algumas semanas no campo para posterior retirada. Quando os ramos são colocados nos picadores móveis, as folhas secas se desprendem com facilidade e caem no solo. Após picados, os resíduos podem ser transportados diretamente para serem queimados em fornalhas para geração de energia.

Prática muito comum por parte das empresas produtoras de pasta celulósica é a utilização da casca. Neste caso, a madeira é transportada para indústria onde sofre descascamento. A casca é então picada e usada como combustível nas chamadas caldeiras de biomassa.

Outra experiência ligada aos resíduos diz respeito à utilização da chamada madeira fina oriunda da exploração de florestas plantadas. É que, em geral, as empresas definem limite mínimo de diâmetro da madeira destinada à produção industrial, girando entre 6 cm a 8 cm. Ocorre que, abaixo desse limite, há ainda uma proporção interessante de fuste até que se chegue, efetivamente, à copa da árvore. Para florestas plantadas, isso pode significar de dois a quatro metros de fuste, que pode ser cortado e transportado para uso energético. Neste caso, a maior parte dos galhos e das folhas permanece na floresta.

Características da madeira e uso energético

A madeira é um material essencialmente orgânico, composto, de maneira geral, por 50 % de carbono, 6 % de hidrogênio e 44 % de oxigênio. Além desses componentes orgânicos, a madeira contém uma pequena fração de componentes inorgânicos, que permanece como resíduos após a sua queima, os quais são denominados de “cinzas”, cujo teor, em geral, não ultrapassa 2 %. Na composição química elementar da madeira, chama a atenção o fato de estarem ausentes substâncias nocivas ao meio ambiente, ao contrário de outros produtos energéticos tradicionais, tais como o petróleo e o carvão mineral.

A combinação dos elementos químicos resultam em quatro compostos orgânicos básicos presentes na madeira: celulose, hemiceluloses, lignina e

extrativos. Por serem compostos orgânicos, todos eles contribuem de forma decisiva na liberação de energia, quando esta é aplicada com tal propósito. Mencione-se que há uma influência positiva da presença de maior teor lignina e de extrativos, pois tais componentes são os que concentram maior quantidade de energia entre todos os compostos que formam a madeira.

Em que pese a influência da composição química, os parâmetros geralmente avaliados na questão do uso da madeira, para fins energéticos, são o poder calorífico, a umidade e a densidade.

O poder calorífico expressa a quantidade de calor produzido durante o processo de combustão, na unidade de caloria por grama ou quilocaloria por quilograma de madeira (cal/g ou kcal/kg), considerando-se seu estado anidro (0 % de umidade). O poder calorífico pode ser apresentado como Poder Calorífico Superior (PCS) ou Poder Calorífico Inferior (PCI), dependendo se o calor liberado pela condensação da água de constituição da madeira (formada durante a combustão em razão da presença de hidrogênio na composição química elementar da madeira) for considerado. Na prática, o PCI deve ser preferido, e pode ser calculado a partir do conhecimento do PCS que, por sua vez, é determinado em aparelhos denominados de calorímetros.

A relação entre o PCI e o PCS é regida pela quantidade de hidrogênio presente na composição química elementar da madeira. Considerando-se que, em geral, o seu teor na madeira é constante (em torno de 6 %), a energia a ser consumida para a evaporação da água a ser formada será também constante e equivalente a 324 kcal/kg de água. Pode-se então usar a seguinte equação:

$$\text{PCI} = \text{PCS} - 324 \quad (\text{Equação 1})$$

onde: PCI = poder calorífico inferior (kcal/kg).

PCS = poder calorífico superior (kcal/kg).

Segundo Brito (1993), o valor do PCS para madeira de eucalipto cortada aos 6 anos de idade situa-se em 4.600 kcal/kg. Aplicando-se este valor à equação 1 obtém-se um PCI de 4.276 kcal/kg.

Conforme já destacado, o poder calorífico superior ou inferior é expresso para a madeira anidra. Contudo, na prática dificilmente a madeira será usada nessa condição. É necessário considerar a água livre e a água higroscópica contida no seu interior.

A água da madeira, expressa pelo seu teor de umidade, é talvez o fator que maior influência exerce sobre a liberação de energia. No processo de combustão, a primeira etapa consiste na sua evaporação, o que significa um dispêndio de energia da ordem de 600 kcal/kg de água. Portanto, a umidade

representa poder calorífico negativo, pois a energia para a sua eliminação provém da própria madeira durante o processo de combustão. É possível o cálculo aproximado do poder calorífico inferior, levando-se em conta o teor de umidade da madeira. Tem-se, então, o denominado Poder Calorífico Líquido (PCL), conforme indicado a seguir:

$$PCLu = PCI \times \frac{100 - u}{100} - 6 \times u \quad (\text{Equação 2})$$

onde: PCLu : poder calorífico líquido na umidade “u” (kcal/kg).

PCI : poder calorífico inferior (kcal/kg).

u : teor de umidade da madeira - base úmida (%).

Aplicando-se o valor de PCI da madeira de eucalipto anteriormente mencionado (4.276 kcal/kg) na equação 2, para diferentes valores de umidade da madeira, obtém-se os valores de poder calorífico líquido indicados na Tabela 4.

Tabela 4. Poder calorífico líquido (PCL) e energia útil esperada para a madeira de eucalipto, considerando-se diferentes teores de umidade e poder calorífico inferior (PCI) inicial de 4.276 kcal/kg.

Teor de umidade (%)	PCL (kcal/kg)	Energia útil (%)
10	3.788	89
20	3.301	77
30	2.813	66
40	2.325	54
50	1.838	43

Dessa forma, fica bastante clara a necessidade de utilizar madeira a mais seca possível para aplicações energéticas. Para efeito prático, nas condições brasileiras, tem sido considerado o teor de 30 % como valor médio de umidade para a madeira de eucalipto, com 3 a 4 meses de corte, que resulta em poder calorífico útil de 2.813 kcal/kg.

A densidade da madeira não exerce influência direta sobre o poder calorífico da madeira expresso por unidade de massa, conforme até aqui apresentado. Sua influência passa a existir somente no momento em que a unidade de referência para a madeira passar a ser o seu volume. Neste caso, pode ser proposto o denominado Poder Calorífico Líquido Volumétrico (PCLV) expresso

em kcal/m³ de madeira, resultado da interação do poder calorífico útil e a densidade da madeira, conforme a Equação 3:

$$PCLV_u = PCL_u \times D_b \quad (\text{Equação 3})$$

onde: PCLV_u : poder calorífico líquido volumétrico na umidade “u”.

PCL_u : poder calorífico líquido à umidade “u”.

D_b : densidade básica da madeira (kg/m³).

Considerando-se, por exemplo, uma densidade básica de 468 kg/m³ sólido de madeira de eucalipto, com 6 anos de idade e o PCL a 30 % de umidade de 2.813 kcal/kg, teremos um PCLV equivalente a 1,32 x 10⁶ kcal/m³.

A tabela 5 apresenta um resumo das diferentes possibilidades de expressão de energia para a madeira do eucalipto.

Tabela 5. Estimativas para a produção energética da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 6 anos de idade.

Parâmetro	Valor médio
Poder calorífico superior (kcal/kg)	4.600
Poder calorífico inferior (kcal/kg)	4.276
Poder calorífico líquido (kcal/kg) ⁽¹⁾	2.813
Poder calorífico líquido volumétrico (kcal/m ³) ⁽²⁾	1,316 x 10 ⁶
Equivalente de petróleo por volume de madeira (t/m ³)	0,132
Equivalente de eletricidade por volume de madeira (kwh/m ³)	420,2

⁽¹⁾ Baseado na madeira com 30 % de umidade.

⁽²⁾ Baseado numa densidade básica da madeira de 468 kg/m³.

Poder calorífico do petróleo = 10.000 kcal/kg.

Equivalente em energia calorífica para a eletricidade = 3.132 kcal/kwh.

Considerações sobre balanços energético, econômico e de CO₂ para florestas plantadas

Tendo como base as referências apresentadas por Oliveira Júnior e Seixas (2006), pode-se prever, na exploração de floresta plantada de eucalipto, um

dispêndio de cerca de 47,8 Mcal por tonelada de madeira. Na fase de transporte, num raio de 500 km, estima-se outro total de cerca de 70 Mcal por tonelada de madeira seca. Portanto, o total de energia dispendida pode ser estimado em 118 Mcal por tonelada de madeira seca produzida. Conforme já considerado anteriormente, a energia disponível em cada tonelada de madeira de eucalipto, considerando-se um teor de umidade de 30 %, é de 2,8 Gcal. O balanço entre o input e o output de energia será, portanto, bastante positivo e da ordem de 99 %.

A título de exercício, imagine-se um investimento médio de US\$ 1,2 mil por hectare para a implantação de reflorestamento com eucalipto para a produção de madeira para energia no Brasil, com uma produtividade de 30 m³/ha·ano. Nessa condição, pode-se estimar um custo para a madeira produzida, incluindo corte, manuseio e transporte em torno de US\$ 16,00/m³ sólido. Com base nos dados da Tabela 5, isto resultaria num custo US\$ 12,00/Gcal da madeira. Considerando que um barril de petróleo possui 1,37 Gcal, o custo resultante dessa madeira, em equivalente ao petróleo, seria de US\$ 16,44/barril. Tal valor é bastante atrativo, comparativamente aos preços de comercialização de energéticos no Brasil, segundo dados do Ministério das Minas e Energia (2006) apresentados na Fig. 7.

Além da competitividade de preço, o uso da madeira para fins energéticos traz embutida a possibilidade de realizar o equilíbrio no ciclo de CO₂ da atmosfera. Tome-se, por exemplo, uma floresta de eucalipto em pleno

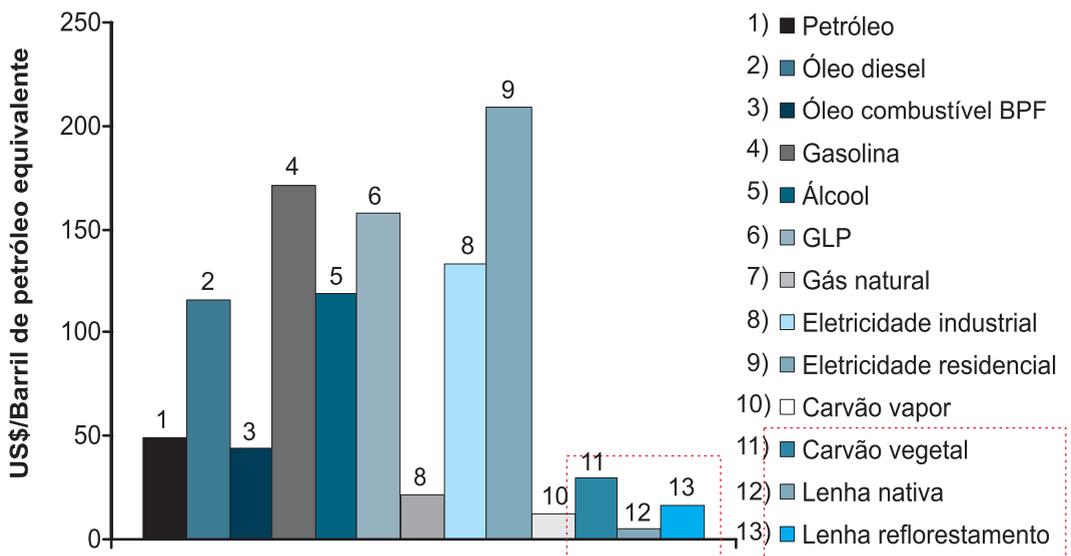


Fig. 7. Preços de energéticos no Brasil, em 2005.

Fonte: Ministério das Minas e Energia (2006).

crescimento. Por meio da fotossíntese, essa floresta consumirá CO₂ na proporção equivalente a 7,7 t de carbono/ha·ano. Sabe-se que o carbono absorvido pela árvore resulta em 50 % da composição da madeira. Como consequência, a produção estimada de madeira seca dessa floresta será de 15,4 t/ha·ano. Considerando-se somente o tronco das árvores dessa floresta, estima-se uma produção de 10 t de madeira seca/ha·ano. Se esta madeira for usada para fins energéticos através da combustão, teoricamente somente poderá ser liberada uma quantidade de CO₂ equivalente a 5 t de carbono/ha·ano. Se no mesmo período ocorrer o equivalente replantio, o balanço de CO₂ estará garantido.

No papel que a madeira desempenha como recurso energético, é importante destacar o enorme potencial de mercado que essa aplicação pode resultar, e que ainda não foi devidamente analisado e explorado em toda a sua essência. Acima de tudo, o mercado energético possui uma característica de estabilidade de demanda e de preços muito mais estável que os mercados dos produtos tradicionais da madeira. O uso da madeira para energia traz consigo enorme benefício ambiental, não somente por induzir à necessidade de se implantar novas áreas florestais, mas também pela possibilidade da redução do efeito estufa oriundo da emissão de gás carbônico dos combustíveis fósseis. Pode ser também importante fonte de geração de empregos e, sobretudo, a atividade pode contribuir para a fixação do homem no meio rural. É também uma forma de permitir a redução da dependência pelo petróleo e outros energéticos fósseis não-renováveis.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico**. Disponível em <<http://www.ipef.br/estatisticas>>. Acesso em: 10 set. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Anuário Estatístico**. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2005.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2007.
- BALLONI, E. A.; MIGLIORINI, A. J.; BRITO, J. O. Estratégias para a formação de florestas para energia. In: SEMINÁRIO DE ABASTECIMENTO ENERGÉTICO INDUSTRIAL COM RECURSOS FLORESTAIS, 2., **Anais...** Secretaria de Indústria Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, São Paulo, abril, 1982, p. 1-25.
- BRITO, J. O. **Poder calorífico de madeiras usadas em reflorestamento no Brasil**. Relatório Interno SQCE/LCF/Esalq/USP, Piracicaba, dez. 1993, 2 p. Mimeografado.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Energia. 2006. Disponível em: <http://www.brasil-rounds.gov.br/geral/balanco_energetico/ben_p03.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2007.
- BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, p. 59, 2007.
- FAO Wood Energy. **Promoting sustainable energy systems** Forest Products Division. Rome, October, 2003.

FAO Faostat. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em; 10 set. 2007.

GAZETA MERCANTIL. **Madeira ganha espaço na geração de energia** São Paulo, 6 dez. 1993.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=8521>>. Acesso em: 10 set. 2007.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto** São Paulo: Edusp, 1993. 302 p.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F. Análise energética de dois sistemas mecanizados na colheita do eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 70, p. 49-57, abr. 2006.

POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes e manutenção da produtividade da floresta plantada. **Gaseificação de madeira e carvão vegetal SPT – 004**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1981. p. 27-33.

REZENDE, G. C. Implantação e produtividade de florestas para fins energéticos **Gaseificação de madeira e carvão vegetal SPT – 004**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1981, p.10 -24.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Disponível em <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf>>. Acesso em: 30 jan.2007.

SUCHEK, V. I. The role of the planted forest in the pulp and paper industry in Brasil. **The Forestry Chronicle**, Canada, Otawwa, v. 67, n. 6, dec. 1991, p. 636-48.

Literatura recomendada

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: I. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, v. 14, p. 9-20, 1977.

Capítulo 4

Grãos oleaginosos

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Leandro Vale

Odilon Reny Ferreira da Silva

O cenário mundial vivencia atualmente a necessidade de transição energética, já que as fontes geradoras de energia são, quase que em sua totalidade, provenientes da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral. Juntas, estas fontes representam mais de 50 % do total da matriz energética global, o que desencadeia aumento constante na emissão de gases nocivos à atmosfera, maximizando os danos provocados pela destruição da camada de ozônio e incrementando os níveis de CO₂ na atmosfera, o que causa o efeito estufa. As consequências desse incremento da temperatura da Terra já podem ser sentidas pela humanidade, refletindo-se, por exemplo: no aumento do nível do mar e da acidez da água, na morte de corais, no aumento da ocorrência de ciclones, de furacões e de tornados. Sendo assim, dentro do atual contexto energético, a agricultura, “ciência capaz de transformar petróleo em alimento e fibra, assume papel relevante no que se refere à adoção de sistemas de produção mais sustentáveis e menos poluentes”. Já existem vários pesquisadores defendendo o retorno do uso da tração animal na agricultura.

É neste contexto que surge o biodiesel, substituto, pelo menos parcial, do petróleo, que pode ser obtido de óleos vegetais ou da gordura animal, insumos amplamente distribuídos no País. Menos poluente que os derivados do petróleo, o biodiesel apresenta como outras vantagens o fato de ser biodegradável e renovável e poder ocupar milhões de pessoas na sua produção, no mundo inteiro e, em especial, no Brasil. Todavia, apesar de apresentar boa capacidade para produção de biomassa utilizada como insumo energético, boa parte de toda a energia consumida no Brasil provém do petróleo, do carvão e do gás natural.

A matriz energética brasileira caracteriza-se por ser 47,1 % dependente do petróleo; de resto, 12,8 % da energia provém de grandes hidroelétricas, 7,4 % do carvão, restando 11,3 % para a biomassa, o que, em relação aos países do Primeiro Mundo, é um número bastante elevado. Por serem provenientes de recursos naturais não-renováveis, essas fontes são limitadas e têm previsão de

esgotamento futuro. Por isso a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância.

O Brasil pode produzir mais de 60 % da demanda mundial de biomassa, incluindo o biodiesel, que pode ser misturado em qualquer proporção ao diesel mineral, sem problemas para os motores e seus rendimentos. O mundo irá necessitar da produção de biocombustível nos próximos 30 anos, demanda que certamente poderá ser atendida, sem necessidade de competir com a produção de alimentos e de fibras. Ainda existem no País mais de 100 milhões de hectares intactos, próprios para agricultura de elevada rentabilidade; além desses, há os milhões de hectares degradados que podem ser recuperados para o plantio de plantas energéticas (BELTRÃO; CARTAXO, 2006).

Caracterizado por apresentar condições favoráveis de territorialidade e clima, o País ganha espaço na atual conjuntura energética por causa da sua capacidade de incrementar a geração de energia por meio da produção de biomassa. Existem no Brasil, aproximadamente, 200 espécies de oleaginosas com potencial para a produção de óleo utilizado como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel (energia), o que representa grande vantagem e, ao mesmo tempo, uma dificuldade, pois para cada agronegócio é necessário haver sincronia no funcionamento da cadeia produtiva (BELTRÃO; CARTAXO, 2006). Entre elas estão o algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.), a canola (*Brassica oleracea* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), a mamona (*Ricinus communis* L.), o pinhão-manso (*Jathropa curcas* L.) e a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], alguns dos grãos oleaginosos capazes de gerar energia limpa renovável e menos poluidora que as provenientes do diesel mineral derivado do petróleo.

Algodão

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das plantas domesticadas mais importantes para a humanidade, sendo uma das dez principais oleaginosas do mundo e a segunda do Brasil. Atualmente, consomem-se mais de 24 milhões de toneladas de fibra de algodão por ano. A produção é quase igual ao consumo (INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE, 2002) e há previsão de aumento na ordem de mais de 40 % nos próximos 20 anos (MARIANO, 1999). Somente a fibra, principal produto do algodão, apresenta mais de 400 aplicações industriais (CORRÊA, 1998).

Esta é uma das espécies vegetais de maior utilidade para o homem. Responsável por quase metade do vestuário da humanidade, é também importante fonte de óleo e de proteínas, co-produtos extraídos de suas sementes, com larga aplicação na indústria de alimentos, além de outras

finalidades. Como co-produto do algodão, a semente (ou caroço do algodoeiro), rica em proteína e óleo, é relevante fonte de alimento de ordem mundial, sendo hoje a segunda fonte protéica de origem vegetal, superada somente pela soja. Mais recentemente, o algodão teve seu uso ampliado para a produção de biodiesel, derivado diretamente de óleo vegetal ou gordura animal, mais álcool (metanol ou etanol) (VIEIRA, 2006). Em um futuro não muito distante, ele deverá ser utilizado também para a produção de combustíveis sintéticos, via gaseificação e liquefação da biomassa, espécie de petróleo sintético, juntamente com outras fontes produtoras de biomassa.

Com o Programa Nacional de Energia, em especial dos biocombustíveis ou agrocombustíveis, e com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), a área de cultivo de algodão no Brasil, que hoje se concentra no Cerrado, deverá aumentar, podendo surgir com forte expressão em outras regiões, em especial no Semi-Árido brasileiro. Anteriormente esta região foi grande produtora dessa malvacea, grande geradora de renda e empregos para milhares de nordestinos cotonicultores até meados dos anos de 1980. Desde que utilizem devidamente as tecnologias geradas ao longo de décadas de pesquisas, em especial as desenvolvidas nos últimos 20 anos, há possibilidade de retorno de renda para esses produtores.

O algodão apresenta em seus grãos um óleo constituído quase que exclusivamente de ácidos graxos insaturados, o oléico e o linoléico. Em menor proporção ocorrem os ácidos graxos saturados; no caso, o palmítico, caracterizando-o como excelente opção para a produção do biodiesel, já que seu custo é relativamente baixo, pois suas sementes possuem entre 14 % a 30 % de óleo. Além disso, via melhoramento genético, é possível obter cultivares com bom teor de óleo nos grãos, em torno de 25 %, e com fibra de boa qualidade intrínseca, com pelo menos 38 % de proteína. Há uma correlação negativa entre a porcentagem e a qualidade da fibra e o teor de óleo, com interações com o teor de proteínas nos grãos.

Outra aplicação futura da biomassa de algodão será na fabricação do SunDiesel® e outros combustíveis sintéticos, derivados diretamente da produção vegetal de qualquer órgão. O SunDiesel® já está sendo testado na Alemanha, em Freiberg, como se fosse petróleo artificial. No processo, denominado Carbo-V®, a biomassa é desidratada e convertida em gás sintético, em um sistema com catalisadores e elevada temperatura. O diesel sintético é depois extraído do gás em um reator, denominado reator de Fischer-Tropsch, que também é usado para liquefação do carvão e do gás natural; ele é rico em metano e tem a vantagem de ser menos poluente que o diesel mineral e não conter aromáticos, que são cancerígenos, não sendo, portanto, tóxico ao ser humano. Neste sistema podem ser produzidos ao redor de 4 mil litros de diesel com a biomassa resultante de cada hectare de terra.

As pesquisas com algodão iniciaram na década de 1920, em São Paulo, e já em 1930 este estado era o principal produtor nacional. As principais inovações tecnológicas ocorridas, que determinaram o papel da cultura no desenvolvimento da agricultura no Brasil tropical, são abordadas no capítulo referente ao produto nesta obra.

Amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, ocupando cerca de 22 milhões de hectares. Os principais produtores mundiais são a China, a Índia e os Estados Unidos da América (OILSEEDS, 2000). A grande importância do amendoim para os centros industriais e de consumo deriva do fato de suas sementes poderem ser transformadas em subprodutos de elevado valor calórico, que são largamente utilizados na alimentação humana, tanto em países desenvolvidos quanto nos subdesenvolvidos. Importante matéria-prima para as indústrias alimentícias, apresenta ainda grande valor nutricional, pois possui mais calorias do que qualquer outro alimento; e as proteínas, ricas em aminoácidos essenciais à nutrição, compõem entre 21 % e 36 % do peso do grão.

Além da rica composição do óleo e da proteína, as sementes possuem valores satisfatórios de vários elementos minerais e algumas vitaminas, como a E e as do complexo B (FREIRE et al., 2005). Em razão dessas características, o amendoim integra a dieta alimentar diária de algumas regiões da África e da Ásia (FREIRE et al., 1998).

Originário da América do Sul, o amendoim era utilizado por civilizações indígenas sul-americanas como planta domesticada em períodos remotos. Ele compreende mais de 80 espécies, cultivadas, silvestres, anuais e perenes, e o maior número delas encontra-se no Brasil (FREITAS et al., 2003). É cultivado sobretudo em regiões tropicais, na faixa de latitude até 30° N e 30° S, mas sua exploração comercial é realizada também em países temperados, como os Estados Unidos da América, onde a cultura atingiu elevado grau de sofisticação tecnológica. Apesar de ser uma planta mesófila, é adaptada às condições extremas de disponibilidade hídrica, sendo cultivada tanto no trópico úmido como no trópico Semi-Árido (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005).

A Ásia é responsável por cerca de 60 % da produção mundial de amendoim; na América do Norte, os Estados Unidos da América são os maiores produtores, ocupando a quarta posição no ranking mundial; na América do Sul, destacam-se a Argentina e o Brasil (FAOSTAT, 2002).

O conhecimento botânico do gênero, que vinha sendo ampliado por meio de uma série de trabalhos paralelos, conduzidos na América do Sul por pesquisadores de instituições localizadas na Argentina, Brasil, Estados Unidos e Índia, foi consolidado, recentemente, pela publicação de uma profunda revisão de suas espécies por Antonio Krapovickas e Walton C. Gregory (1994). Nessa monografia, os autores reconhecem a existência de 69 espécies, uma das quais, *Arachis hypogaea* L., é o amendoim mais conhecido e amplamente cultivado em todos os países com clima tropical, com grande influência na alimentação humana, principalmente nos países com clima semi-árido (SINGH; SINGH, 1992). Outros autores (VALLS; SIMPSON, 1994) sugerem a existência de um número ainda maior de espécies, alcançando 80, a partir de materiais adicionais, trazidos à luz em coletas muito recentes. Krapovickas e Gregory (1994) e Valls e Simpson (1994) enfatizam a restrição de ocorrência natural das espécies silvestres do gênero a apenas cinco países, Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai.

O gênero é dividido em nove seções, todas ocorrentes no Brasil, país que reúne a maior parte das espécies. Cinco das seções avançam sobre o Paraguai. Apenas duas alcançam a Bolívia, a Argentina e o Uruguai. Só uma, a seção *Arachis*, exatamente a mais evoluída e que contém o amendoim-comum, ocorre nos cinco países. Sete das seções mostram apenas espécies perenes. Por sua vez, a seção *Arachis* reúne espécies perenes e anuais, enquanto *Heteranthae*, exclusiva do quadrante nordeste do Brasil, só tem espécies de ciclo anual. (VALLS, 1997).

A principal maneira de consumo do amendoim é na forma de grãos torrados ou cozidos. No processamento industrial, os grãos podem ser utilizados para obtenção de óleos e farelo, na fabricação de produtos alimentícios, no ramo de conservas e na indústria farmacêutica (FREIRE et al., 2005).

No Brasil, grande parte do melhoramento do amendoim é conduzido pelos métodos tradicionais, dando-se ênfase aos caracteres quantitativos, mais especificamente àqueles relacionados aos componentes de produção da cultura e a alguns aspectos fitossanitários. Atualmente, estão disponíveis, para uso comercial, várias cultivares cujo teor de óleo constitui 48 %, em média, do peso total dos grãos. Entre as cultivares brasileiras de amendoim, citam-se Tatu, BR 1, BRS Havana e outras, criadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), assim como cultivares lançadas pelo Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo, a exemplo de IAC Tatu-ST e IAC Runner 886, que atingiram retornos de investimentos de 13,76:1 em média, segundo estudo realizado por Martins (2006).

...foi possível observar que aspectos relacionados à articulação e à coordenação entre os agentes da cadeia de produção, inclusive das instituições de pesquisa, contribuíram para a expansão da atividade, apesar da retração na área plantada, o volume de produção é crescente,

resultando em aumento da produtividade e na inserção do produto paulista no mercado externo, que em muito foi viabilizada pela qualidade do grão de amendoim, reflexo não só da adoção das novas cultivares, mas também de outras tecnologias, como colheita mecanizada, secagem artificial e novas técnicas de manejo, além das inovações institucionais, como o selo de qualidade Abicab¹ e o programa Pró-amendoim². (MARTINS, 2006).

Hoje, segundo dados do Programa Pró-amendoim, o setor gera 42 mil empregos nas mais de 250 empresas instaladas em todo o País, e está em franca expansão; as exportações do produto aumentaram 200 % desde 2003.

Finalmente, visando à dinamização da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima para fabricação do biodiesel no País, com base nas características do produto e na tecnologia disponível para produção de amendoim, a produção de óleo de amendoim, aliada à de outros óleos, constitui uma das alternativas disponíveis para suprir as necessidades de aumento da geração deste combustível (MARTINS et. al., 2007).

Canola

A canola (*Brassica oleracea* L.) é uma oleaginosa muito plantada em países de clima temperado, tais como Canadá, Rússia, Alemanha e França, constituindo a base para produção de óleo para biodiesel na Alemanha, o maior produtor desse biocombustível no mundo. A produção esperada neste país para 2007 foi da ordem de mais de 2 bilhões de litros, via processo de transesterificação, usando como álcool o metanol.

É uma planta exigente em relação ao frio e possui, em média, 37 % de óleo em seus grãos, que são excelentes para a alimentação dos seres humanos. Seu óleo pode, como qualquer outro óleo ou gordura, servir como matéria-prima para a produção de biodiesel.

No Brasil, a canola pode ser produzida na Região Sul, com boa produtividade e qualidade do óleo, tanto para a alimentação humana, quanto para a produção de energia, via biodiesel. O óleo de canola possui o menor teor de gorduras

¹ Abicab – Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados. Para maiores informações, consultar o sítio <<http://www.abicab.com.br>>

² O programa Pró-Amendoim foi desenvolvido pela Abicab, com os objetivos de desenvolver o mercado de amendoim, elevar a qualidade do produto ofertado e gerar segurança para os consumidores. Entre as ações previstas no Programa, está a adoção das boas práticas de fabricação e de um sistema de gestão de segurança de alimentos baseado nos princípios do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APCC). Para maiores informações, consultar o sítio <www.proamendoim.com.br>

saturadas, apenas 7 %, contra 12 % no de girassol, e ainda apresenta o teor mais elevado, 11 %, de ácido alfa-linolênico, um ácido graxo – Ômega-3 (TOMM, 2000). No contexto do biocombustível, observa-se a procura de grãos e óleos de canola para atender ao mercado europeu, pois a capacidade de produção de óleos vegetais da Europa é insuficiente para suprir a sua demanda, mesmo que se adicione apenas 20 % de biodiesel ao diesel; isto representa mais uma oportunidade de mercado para a produção brasileira de canola (TOMM, 2006).

Os grãos de canola produzidos no País têm apresentado em torno de 38 % de óleo. O farelo possui de 34 % a 38 % de proteínas, constituindo excelente suplemento protéico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 1999). O valor nutricional do farelo de canola e o seu preço correspondem a aproximadamente 70 % do farelo de soja.

No Brasil, as pesquisas e cultivo de colza iniciaram em 1974 no Rio Grande do Sul, nos anos de 1980 no Paraná, e em 2003 em Goiás. A partir de 2005 surgiram várias cooperativas e empresas em busca de conhecimento tecnológico e o fomento do cultivo de canola, por demanda de agricultores que observaram a lucratividade e o seu benefício sobre os cultivos que a sucedem na mesma área (TOMM, 2006).

Gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem, ocorrendo, provavelmente, há cerca de 10 mil anos (WEISS, 1983). Segundo Camig, citado por Barrros et al. (2001), essa cultura vem sendo cultivada na Índia há muitos séculos, estendendo-se desde o Japão, a China, a Turquia e o Egito até as Américas. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses, pelas colônias indianas, no século 16.

No Brasil, a produção de gergelim sempre foi pequena, apesar de estar presente na maioria das propriedades, em especial na Região Nordeste, em razão de suas propriedades medicinais. A planta é muito utilizada para dividir os cultivos ou como cerca em divisa de propriedades. O melhoramento genético do gergelim no País se iniciou no começo da década de 1970, tendo como pioneiro o Estado de São Paulo, por meio do Instituto Agrônomo, que desenvolveu algumas cultivares como a IAC Ouro, possuidora de haste única e ciclo superprecoce – menos de 80 dias nas condições do Semi-Árido brasileiro.

Outra instituição nacional que vem trabalhando com esta pedaliácea há mais de 20 anos é a Embrapa, por meio do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão

(Embrapa Algodão). Já foram lançadas quatro cultivares: a Seridó 1, de ciclo longo (mais de 140 dias), ramificada e resistente à seca, a CNPA G 2, a CNPA G 3 e a CNPA G4, todas ramificadas, com cerca de 50 % de óleo nas sementes e ciclo de 90 dias, em média, tanto em regime isolado quanto consorciado.

Nos últimos anos, o gergelim tem despertado o interesse de novos produtores e empresários brasileiros, que buscam cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável. É um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas. A torta obtida da prensagem dos grãos constitui excelente concentrado para alimentação animal, é rica em proteínas (39,7 %) e apresentam baixo teor de fibras (4,7 %), elevados teores de vitaminas do grupo B e alta concentração de aminoácidos que contêm enxofre, especialmente a metionina (1,48 %), em concentração de duas a três vezes maior que a encontrada nas tortas de soja, de algodão e de amendoim (BELTRÃO, 1995).

Segundo Beltrão et al. (2001), sua ampla adaptação às condições edafoclimáticas de regiões de clima quente, seu bom nível de resistência à seca e facilidade de seu cultivo fazem da cultura excelente opção para diversificação agrícola, com grande potencial econômico, tendo em vista as boas perspectivas dos mercados nacional e internacional.

O consumo do gergelim vem crescendo em torno de 15 % ao ano, gerando demanda do produto in natura e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta. Suas sementes contêm, em média, 50 % de óleo de elevada qualidade, com diversidade de aplicações, que se encontra em plena ascensão pelo aumento da quantidade de produtos industrializáveis. Além dos fins alimentares, seus grãos são empregados na indústria farmacêutica, cosmética e óleo-química (MORETTO; ALVES, 1986).

Neste contexto, visando à produção de óleo para energia, o gergelim pode ser consorciado com o algodão herbáceo e com a mamona, podendo-se produzir mais de 1.000 kg de óleo/ha em regime de sequeiro, no Semi-Árido.

Mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta originária da África que encontrou no Brasil condições favoráveis para seu cultivo. Em 1940, o País já se tornara o primeiro produtor mundial de bagas desta euforbiácea e mais tarde, cerca de 30 anos atrás, tornou-se o primeiro produtor mundial de óleo de mamona (LOPES, 2005). Recentemente, o interesse pela ricinocultura vem aumentando, principalmente em razão da possibilidade do uso do óleo da mamona

como matéria-prima para a produção de biodiesel, o que pode proporcionar amplo crescimento e retorno ao plantio e exploração dessa cultura no País (BELTRÃO et al., 2003). A mamona possui teor médio de óleos nas sementes principais cultivares recomendadas para cultivo. Seu óleo é especial: o único produzido pela natureza solúvel em álcool, o mais denso e viscoso de todos os óleos vegetais e animais que a natureza concebeu, possuindo propriedades singulares que o fazem o mais versátil de todos, com mais de 750 aplicações industriais e um dos melhores para produção de biocombustíveis, como o biodiesel.

Segundo Holanda (2004), esta oleaginosa constitui no momento a cultura de sequeiro mais rentável de certas áreas do Semi-Árido nordestino. De fato, a mamoneira é uma das mais tradicionais e importantes culturas, tanto do ponto de vista social como econômico, para a Região Nordeste, em especial no Estado da Bahia, que tem atualmente mais de 90 % da área na região plantada com esta euforbiácea e ocupa elevado contingente de pequenos produtores que, em geral, utilizam sistemas consorciados com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) ou feijão-de-arranca (*Phaseolus vulgaris* L.) (BELTRÃO et al., 2004).

A mamoneira apresenta-se como excelente alternativa de cultivo, pois é tolerante à seca, podendo produzir bem acima de 1,2 mil quilogramas de bagas por hectare (cerca de 600 kg de óleo/ha) com somente 500 mm de precipitação pluvial por ano. Assim, constitui alternativa de cultivo não apenas para o Semi-Árido do Nordeste mas também para o Cerrado, com o advento de cultivares com ciclo de cultivo menor que as cultivares tradicionalmente empregadas nas regiões produtoras e de porte baixo, adaptadas à mecanização, podendo ser exploradas na safrinha. Vários aspectos dos sistemas de produção da mamona, em especial para o Estado de São Paulo e para o Nordeste, já estão definidos (BELTRÃO, 2006).

No Brasil, o primeiro programa de melhoramento genético de mamona iniciou em 1936, no IAC, que introduziu também os primeiros resultados sobre o manejo cultural desta oleaginosa. Até o presente, três instituições trabalham com o melhoramento da cultura e mantêm banco de germoplasma de mamona: a Embrapa, na Embrapa Algodão, o IAC e a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), já tendo sido lançadas várias cultivares, possuidoras de frutos deiscentes, semi-indeiscentes ou indeiscentes, como IAC 38, IAC 80, Campinas, Guarani, Sipeal 28, IAC 226, BRS Nordestina, BRS Paraguaçu e várias outras, até mesmo algumas obtidas por meio de seleções locais, a exemplo das cultivares Preta, Baianita, Sangue de Boi, Canela de Juriti e Amarela de Irecê.

Pinhão-manso

Entre as oleaginosas com potencial para a produção de matéria-prima para a síntese de biodiesel ou ecodiesel no Brasil, em especial no Semi-Árido, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) merece destaque. A planta é, possivelmente, nativa dessa região, existe ampla diversidade disponível, é perene e resistente à seca, além de produzir óleo de boa qualidade para a produção de energia (ARRUDA et al., 2004).

No mundo todo existe pouco conhecimento sobre esta planta, cujo gênero conta com mais de 170 espécies, das quais *J. curcas* L. é a mais importante. A planta ainda não é domesticada e os estudos agronômicos sobre ela foram iniciados somente nos últimos 30 anos (SATURINO et al., 2005).

Como tudo que surge como novidade e possível alternativa, a cultura do pinhão-manso desperta grande interesse, até mesmo de pessoas que não estão sequer diretamente envolvidas no agronegócio. Ao mesmo tempo, surge grande volume de informações não-confiáveis e até distorcidas, a exemplo de produtividades elevadas, superiores a 12 t/ha e teor de óleo muito alto. Existem referências de até 8 t/ha; todavia, na aridez, têm-se citações de produtividades entre 200 kg a 800 kg de grãos/ha (HELLER, 1996).

Pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia dessa planta, e até alguns aspectos agronômicos devem ser mais bem investigados. O pinhão-manso apresenta elevada variabilidade natural e grande diversidade genética, com polinização preferencialmente entomófila, podendo ter elevada alogamia. Na atualidade, vários estudos estão em andamento em diversos países do mundo, como a China e a Índia, abordando aspectos como a floração descontínua da espécie, que tem frutos na mesma inflorescência em idades diferentes e níveis de deiscência ainda não totalmente estudados. Importantes também são os estudos sobre outras aplicações do óleo de pinhão-manso, que não é comestível, não substitui o óleo da mamona na ricinoquímica e não é solúvel em álcool.

Não existem cultivares definidas e há necessidade urgente de estudos. Depois de escolher e caracterizar materiais promissores, é necessário definir os passos tecnológicos para a composição de, pelo menos, dois sistemas de produção para a cultura: um para condições de sequeiro no Semi-Árido e outro para condições de irrigação. Trata-se de uma espécie caducifólia e, apesar de resistente à seca, pode ter a produtividade comprometida em regiões com precipitações pluviais abaixo de 600 mm/ano, o que freqüentemente ocorre no Semi-Árido brasileiro (SATURINO et al., 2005).

O pinhão-manso poderá, efetivamente, constituir grande opção para agricultores dessa região. Porém, verifica-se a necessidade urgente de pesquisas em várias áreas do conhecimento, em especial no melhoramento genético, na ecofisiologia e no manejo cultural da espécie. É preciso que se

tenha sensibilidade para canalizar recursos, financeiros e de pessoal, para a pesquisa com essa oleaginosa, iniciando com a montagem de amplo banco de germoplasma com tipos, entradas ou acessos de várias localidades do Brasil e do exterior, e sua caracterização agronômica e química, para depois se pensar em plantios comerciais em grandes áreas (BELTRÃO, 2006).

Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultura de suma importância na atual conjuntura da malha energética mundial, especialmente no Brasil, foi introduzida no país há mais de 100 anos, onde se iniciou, desde então, a busca de melhores materiais genéticos e sua adaptabilidade para os mais diferentes tipos de climas e solos brasileiros. Hoje as cultivares brasileiras apresentam entre 18 % a 20 % de óleo em suas sementes e uma boa parte do biodiesel atualmente produzido no mundo deriva do óleo dessa leguminosa, utilizando metanol e catalisador alcalino.

Com os incentivos fiscais concedidos na década de 1960, ocorreu aumento significativo na produção de soja, especialmente na Região Sul. A partir da década seguinte, a soja se consolida como grande âncora do agronegócio brasileiro, devido, principalmente, aos avanços tecnológicos gerados pelos diversos centros de pesquisas, com destaque para o IAC e para o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja), Unidade Descentralizada da Embrapa. Nos anos de 1980, a soja migrou para o Cerrado, responsável por boa parte da área de cultivo desta aleuroleaginosa.

As condições que mais afetam o desenvolvimento da soja são as que envolvem variações dos fatores meteorológicos: temperatura, umidade do solo e, principalmente, fotoperíodo. Assim, a expansão da soja para regiões de latitudes menores que 22° S ou para regiões tropicais, como é o caso do Cerrado, começou com cultivares tardias, com período juvenil longo (ALMEIDA et al., 1982; SOUZA et al., 1984, 1997; SPEHAR et al., 1993). Essa característica tem-se mostrado fundamental para os trópicos, mas o ciclo das cultivares precisou ser diversificado para possibilitar aos produtores o escalonamento das lavouras. Desse modo, cultivares com menor ciclo têm sido obtidas, o que é essencial para o bom planejamento de lavoura nas diferentes regiões do Cerrado (SOUZA et al., 1993; SPEHAR, 1994).

Provavelmente nenhuma prática cultural isolada é mais importante para a soja do que a época de semeadura, que é definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações no rendimento e afetando outras características agronômicas. O cultivo em rotação/sucessão, com preparo racional do solo, tem aportado renda adicional e elevada produção, com maior estabilidade (SPEHAR;

LANDERS, 1997; SPEHAR et al., 1997). Informações mais completas sobre as inovações tecnológicas ocorridas no cultivo da soja no Brasil tropical são abordadas no capítulo sobre essa leguminosa.

Referências

- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; SPEHAR, C. R.; VILELA, L.; MONTEIRO, P. M. F. O; ROLIM, R. B.; ARANTES, N. E.; MIRANDA, M. A. C.; SOUZA, P. I. de M. de. Doko: uma cultivar para o Brasil Central. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais**. Londrina: Embrapa-CNPSO, v. 2, p. 412-415, 1982.
- ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. ; ANDRADE , A. P. de; PEREIRA, W. E. ; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatrofa curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** Campina Grande, PB, v. 8, n. 1 , p. 789-799 , jan.-abril , 2004.
- BELTRÃO, N. E. M.; CARTAXO, W. V.; CARDOSO, G. D. Segmentos do agronegócio da mamona. I. diagnóstico da ricinocultura da região de Irecê, Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande – PB. Manual do congressista: energia e sustentabilidade. Campina. Campina Grande: **Anais...** 2004. CD-ROM.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Winnipeg, 1999. 23 p.
- CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro**: informações básicas para seu cultivo. Belém: Embrapa – Uepae Belém, 1998. 29 p. (Embrapa –Uepae Belém. Documentos, 11).
- FAOSTAT – **Agriculture**: production, crops primary. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2002. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/collections>. Acesso em: 2 mar. 2007.
- FREIRE, R. M. M; FIRMINO, P. de T.; SANTOS, R. C. Importância e utilização do amendoim na dieta alimentar. **Óleos e Grãos**, São Paulo, set/out. 1998.
- FREIRE, R. M. M.; NARAIN, N.; MIGUEL, A. M. R. de O.; SANTOS, R. C. dos, Aspectos nutricionais de amendoim e seus derivados. In: SANTOS, R. C. dos. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005, 451 p.
- FREITAS, F. O.; PENÁLOZA, A. P. S.; VALLS, J. F. M. **O amendoim contador de história** Brasília: Embrapa, nov. 2003. p. 12. (Documentos, 107).
- HELLER, J. **Physic nut. *Jatrofa curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected**. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gaterleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996. 66 p.
- HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Coordenação de Publicações, 2004. p. 13-60. (Série Cadernos de Altos, n. 1).
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton**: review of the world situation. Washington, ICAC. v. 55, n. 3, jan.-feb. 2002, 19 p.
- KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomía del género *Arachis* (*Leguminosae*). **Bonplandia**, v. 8, n. 1/4, p. 1-186, 1994.
- LOPES, J. S.; BELTRAO, N. E. de M.; PRIMO JUNIOR, J. F. Produção de mamona e biodiesel: uma oportunidade para o semi-árido. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, set, 2005.
- MARIANO, M. Consumo têxtil mundial vai crescer 40% até 2020. **Textília**, v. 34, p. 4-13, 1999.
- MARTINS, R. Cultivares de amendoim: um estudo sobre as contribuições da pesquisa pública paulista. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 5, p.37-49, maio 2006.

- MORETTO, E.; ALVES, R. F. **Óleos e gorduras: processamento e análise**. Florianópolis: UFSC, 1986.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C. dos. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 451 p.
- OILSEEDS. **Word markets and trade**. Washington: USDA, 2000.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatrofa curcas* L.). **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SOUZA, P. I de M. de; SPEHAR, C. R.; MOREIRA, C. T.; URBEN FILHO, G. Technology to extend soybean cultivation to the Tropical Savannas of Brazil. In.: WORLD SOYBEAN RESERACH CONFERENCES, 5., 1994, Chiang Mai. **Proceedings**. Nagkok: Kasetsart University Press, 1997. p. 478-481.
- SOUZA, P. I. de M. de.; SPEHAR, C. R.; URBEN FILHO, G.; VILELA, L.; ZUFFO, N. L.; ARANTES, N. E.; MONTEIRO, P. M. F. O.; KIIHL, R. A. S. BR-9 (Savana): um nova cultivar de soja para os cerrados. In.: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, Campinas. **Anais...**, Londrina: Embrapa-CNPSo, 1984, p. 401-405.
- SPEHAR, C. R.; LANDERS, J. N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997. p. 127-131.
- SPEHAR, C. R.; MONTEIRO, P. M. F. O.; ZUFFO, N. L. Melhoramento genético da soja na região Centro-Oeste. In: ARANTES, N. A.; SOUSA, P. I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba, SP: Potafos, 1993. p. 229-253.
- SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; SOUZA, P. I. de M. de Novas espécies de plantas de cobertura para o plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo,SP: Embrapa-CNPT, 1997. p. 169-172.
- TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico On line, 58). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm>.
- TOMM G. O. Canola: alternativas de renda para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v. 14, n. 94, p. 4-8, jul/ago. 2006.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali, CIAT, 1994. Cap.1, p. 1-18.
- VALLS, J. F. M. **O gênero *Arachis* L. (Leguminosae): importante fonte de proteínas na pré-história sul-americana?** Arqueologia em Conexão. n. 4. 1997. Disponível em: <<http://www.arqueologia.arq.br/txvalls.htm>> Acesso em: 2 mar. 2007.
- WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E.A. **Oilseeds crops**. London: Longman, 1983. p. 282-340.

Literatura recomendada

- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. dos, BENATI, T.; FIRMINO, P. de T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N. E. de M., VIEIRA, D. J. (Ed.). **O Agronegócio do Gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 348 p.
- BELTRÃO, N. E. de M. **Importância da cultura do gergelim para a região Nordeste** CNPA Informa, n. 19, p. 5, 1995.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; PEREIRA, J. R. Fitologia, In: BELTRÃO, N. E. de M., VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, 348 p.

BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, F. de B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Mamona**: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi-árido brasileiro. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2003. 19 p. (Circular Técnica, 70).

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V. Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatrofa curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. 3., **Anais...** 2006, v. 1. Varginha, MG. CD-ROM. 2006.

BELTRÃO, N. E. de M. A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento e ações de fomento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., v. 1. **Anais...** Varginha, MG, 2006, CD-ROM. 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **As vantagens do biocombustível**. Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acesso em 29 jun. 2006.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas**. Lavras: Ed. Ufla, 1999. 280 p.

EMBRAPA. **Relatório técnico anual: 1979-1990**. Petrolina, PE: CPATSA, 1993. 175 p.

FARIAS, F. J. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. Caracteres de importância econômica no melhoramento do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 361-370.

FIRMINO, P. de T. **Gergelim**: sistema de produção e seu processo de verticalização, visando à produtividade no campo e melhoria da qualidade da alimentação humana. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1996. (Prêmio Jovem Cientista).

GRIDI PAPP, I. L. Botânica e genética. In: NEVES, O. da S.; CAVALERI, P. A.; VERDADE, F. da C.; TUNQUEIRA, A. B. B.; GRID-PAPP, I. L.; ORTOLONI, A. A.; SILVA, N. M. da; RIGH, N. R.; FERAZ, C. A. M.; CORRÊA, D. M.; CALAGNOLO, G.; SILVEIRA, A. P.; COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. B.; MENDES, H. C.; FUZZATTO, M. G.; CORRÊA, F.; BERZAGHI, M. N. (Ed.). **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, SP: Instituto Brasileiro da Potassa, 1965. p. 117-160.

MARTINS, H. **Diesel verde**. Produção de biodiesel a partir de diversas fontes renováveis (éster graxo, conhecido como biodiesel, capaz de substituir o diesel de origem fóssil, com vantagens. Disponível em: <http://www.probrasil.org/diesilverde.htm.> 2004.

MARTINS, R.; RAMOS, S. de F.; TORQUATO, S. A. Possibilidades para o biodiesel: análise da eficiência na produção de algodão, amendoim e soja nas regionais de desenvolvimento rural do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 6, p. 7-16, jun. 2007.

SAVY FILHO, ANGELO. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi, 2005. 105 p.

SINGH, U.; SINGH, B. Tropical grain legumes as important human foods. **Economic Botany**, v. 46, p. 310-321, 1992.

SOUZA, P. I. de M. de; SPEHAR, C. R.; URBEN FILHO, G.; MOREIRA, C. T. BR40 (Itiquira): uma soja mais precoce para os Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 641-644, maio 1993.

SPEHAR, C. R. Breeding soybeans to the low latitudes of Brazilian Cerrados (Savannahs). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1167-1180, ago. 1994.

VALLS, J. F. M. **O gênero *Arachis* L. (Leguminosae)**: importante fonte de proteínas na pré-história sul-americana? *Arqueologia em Conexão*. n. 4. 1997. Disponível em: <http://www.arqueologia.arq.br/txvalls.htm> Acesso em: 2 mar. 2007.

Capítulo 5

Palmáceas

Ricardo Lopes
Raimundo Nonato Vieira da Cunha
Maria do Rosário Lobato Rodrigues
Paulo César Teixeira
Raimundo Nonato Carvalho da Rocha
Wanderlei Antônio Alves de Lima

No curso de sua evolução, as palmáceas adaptaram-se a condições variadas de clima e solo. Embora existam espécies adaptadas ao clima semidesértico bem como ao temperado, a maioria prosperou no clima equatorial quente e úmido. As palmeiras desenvolvem-se nos mais diferentes tipos de solo, até mesmo nos pobres e ácidos, e tanto em solos bem drenados como encharcados (BONDAR, 1964). As palmáceas pertencem à família botânica *Arecaceae*, que possui 189 gêneros e 3 mil espécies (UHL; DRANSFIELD, 1999). No Brasil, Lorenzi et al. (1996) citam a ocorrência de 29 gêneros e 132 espécies.

As palmeiras são emblemáticas dos trópicos. São abundantes (até oligárquicas), produtivas e foram muito relevantes na subsistência de povos indígenas. Algumas ainda são importantes na subsistência de populações tradicionais (CLEMENT et al., 2005) e outras atingiram o status de commodities, apresentando importante contribuição para a economia de dezenas de países tropicais. Esse é o caso do dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), principal fonte de óleo vegetal no mundo (OIL WORD, 2005; USDA, 2006; FEDEPALMA, 2006). São inúmeras as utilidades das palmeiras: material para construção de moradias, bijuterias e utensílios, paisagismo e alimento. Mas, como principal potencial econômico das palmeiras no mercado moderno, destaca-se a produção de óleo para fins alimentícios e não-alimentícios, incluindo o uso energético.

As áreas de clima tropical úmido na Amazônia, por suas condições de temperatura, luz e umidade, destacam-se na capacidade de produção de biomassa. Por isso acredita-se que as palmáceas oleaginosas, altamente adaptadas e produtivas na região, terão importante papel na produção de bioenergia. Os cultivos perenes, principalmente as palmáceas, são os mais adequados para produção de bioenergia nas condições agroecológicas da Amazônia, visto que, depois de estabelecidos, são explorados por décadas, sem necessidade de preparo do solo, e proporcionam cobertura permanente do solo, evitando

o impacto direto das intensas chuvas, que provocam erosão e lixiviação; além disso, eles não necessitam de período de estiagem para colheita ou secagem de grãos. Possuem, ainda, grande capacidade de fixação de carbono, alta eficiência na conversão energética, com balanço energético altamente positivo, e geram também subprodutos com uso energético (cascas, fibras e efluentes de usina de processamento de cachos).

O Brasil possui riquíssima flora palmácea, sobre a qual os estudos sistemáticos foram iniciados no final do século 18 (BONDAR, 1964); no início do século 20 iniciaram-se os estudos sobre sua importância econômica. Contudo, as palmeiras de maior importância econômica no Brasil são espécies exóticas: o coco (*Cocos nucifera* L.), com área cultivada de mais de 280 mil hectares (FAO, 2006), destacando-se como principal produtora a Região Nordeste, e o dendê, com área cultivada de aproximadamente 60 mil hectares, tendo-se como principal produtora a Região Norte, particularmente o Pará (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS, 2005). O cultivo em larga escala dessas palmáceas foi viabilizado por décadas de pesquisa, dispondo-se atualmente de eficiente tecnologia de cultivo. Com a tecnologia disponível, o coco atinge produtividade de 1,5 t a 2,5 t de óleo/ha-ano, e o dendê, de 4 t a 6 t de óleo/ha-ano (Tabela 1). No Brasil, apenas o óleo de dendê está sendo utilizado para produção comercial de biodiesel, mas a partir de ácidos graxos livres retirados do óleo no processo de refino. O coco, apesar de possuir sistema de

Tabela 1. Principais palmáceas oleaginosas indicadas como potencial fonte de óleo para uso energético no Brasil.

Espécie	Condição ⁽¹⁾	Produtividade (kg/óleo/ha/ano)	Fonte
Dendê	Cultivo comercial	4.000 a 6.000	Barcelos et al. (1987)
Coco	Cultivo comercial	500 a 5.000	Aragão et al. (1999)
Babaçu	Extrativismo	300 a 400	Freitas et al. (1996)
Buriti	Cultivo estimado	5.000	Freitas et al. (1996)
Macaúba	Cultivo estimado	1.500 a 5.000	Llerase e Coradin (1985) Cetec (1983)
Patauám	Extrativismo	300 a 400	Clemente et al. (2005)
Buriti	Extrativismo	600 a 1.500	Cetec (1983)

⁽¹⁾ Cultivo comercial: produtividade alcançada em plantios comerciais com uso da tecnologia disponível. Cultivo estimado: produtividade estimada extrapolando dados da produção individual de plantas, simulando determinadas densidades de plantio sem critérios experimentais. Extrativismo – estimativas baseadas na produção de plantas individuais e determinadas densidades populacionais; espera-se grande variação entre diferentes populações.

Fonte: Cruz e Pereira Filho (2006a)

produção definido e a produtividade de óleo mais elevada, depois do dendê, tem produção destinada para água-de-coco (coqueiro-anão) e a agroindústria de alimentos (coqueiro-gigante). Devido ao retorno econômico obtido com esses mercados, sua destinação para produção de biodiesel não é, atualmente, atrativa para os produtores.

Poucas palmeiras tropicais nativas da Amazônia e de outras regiões tropicais da América Latina atingiram o mercado moderno, apesar de serem objeto de pesquisa desde o final da década de 1970 (CLEMENT et al., 2005); citam-se a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e o açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), com plantios ainda de pequena escala, mas que já dispõem de tecnologia suficiente para o cultivo comercial. Contudo, para fins energéticos essas espécies não apresentam atributos vantajosos. Para as demais palmáceas nativas, os conhecimentos agronômicos não existem, ou são insipientes, o que inviabiliza a exploração dessas espécies em cultivos comerciais no curto e médio prazo.

Com foco na valorização da biodiversidade e do desenvolvimento sustentável, propaga-se a exploração de populações de palmáceas nativas, pois existem populações extensas e com grande concentração de plantas, principalmente de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., *Orbignya phalerata* Mart.), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f., *M. vinifera* Mart.), inajá [*Attalea maripa* (Aubl.) Mart., *Maximiliana maripa* (Corrêa) Drude] e macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.], nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A exploração extrativista dessas populações pode ser considerada uma atividade de baixo risco econômico e com impacto ambiental menor do que os cultivos agrícolas, uma vez que não é necessário investir no plantio em larga escala e nem na fase de formação, período improdutivo das plantas; além disso, a exploração extrativista não requer o desmatamento de grandes áreas de floresta. Porém, esses aspectos não garantem a viabilidade e a sustentabilidade técnico-econômica da produção de óleo para fins energéticos. É necessário estabelecer um plano de manejo que maximize o potencial produtivo das populações, garanta a qualidade do produto e permita condições dignas de trabalho, qualidade de vida e rentabilidade adequada aos extrativistas. É importante também analisar a viabilidade da exploração das populações nativas do ponto de vista energético. Por causa do baixo conteúdo de óleo no fruto, a relação entre o gasto de energia requerido para o transporte dos frutos ao local de processamento e a energia produzida pode resultar em balanço negativo; se a energia produzida for destinada ao consumo fora do local de produção, o balanço energético será ainda mais desfavorável. Por fim, deve-se considerar também que, atualmente, o mercado, principalmente de cosméticos, remunera os óleos vegetais das espécies nativas

em valores que inviabilizam a destinação da produção para fins energéticos; é comum esses óleos serem comercializados a preços superiores a R\$ 15,00¹/kg.

Sem dúvida, o dendê, espécie com maior produtividade de óleo entre todas as oleaginosas é, entre as palmáceas indicadas como promissoras para produção de óleo com fins energéticos (Tabela 1), a que apresenta maior potencial em curto e médio prazo. O cultivo de palmáceas nativas depende do desenvolvimento de sistemas de produção que, em se tratando de espécies perenes, não demanda menos do que 15 anos a 20 anos, principalmente considerando o tempo requerido para seleção e multiplicação de cultivares; a maior parte não tem potencial genético para atingir produtividade semelhante à do dendezeiro. Qualquer análise de viabilidade econômica do cultivo das palmáceas nativas deve ter como referência o dendê, que já tem sua cadeia produtiva consolidada e mercado internacional bem estabelecido.

A dendeicultura no Brasil

A exploração industrial do dendê no País iniciou-se na Bahia, na década de 1960, visando atender à demanda de óleo para uso no resfriamento de lâminas de aço do parque siderúrgico nacional; expandiu-se posteriormente para o Pará (HOMMA; FURLAN JUNIOR, 2001). O cultivo em escala comercial teve início nesse estado em 1967, com a implantação de 3 mil hectares a partir de um acordo de cooperação entre a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) e o Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (Irho), da França, instituição com conceituado conhecimento em dendeicultura e disponibilidade de material genético melhorado (SANTOS et al., 1998). Todos os projetos com o dendê tinham participação ativa de órgãos governamentais até meados da década de 1970, quando a iniciativa privada entrou na exploração econômica da cultura e incorporou maior dinâmica à atividade (SANTOS et al., 1998). No início da década de 1980, existiam, no País, cerca de 11 mil hectares de dendezais plantados; nessa década, a dendeicultura passou pelo período de crescimento mais acentuado, por causa da expansão da cultura no Pará, que, no início da década de 1990, atingiu em torno de 30 mil hectares de área cultivada. A partir de então, não surgiram novas empresas e a expansão das existentes passou a ocorrer com pequena intensidade. Em 2005, a área plantada com dendê no País era de, aproximadamente, 60 mil hectares, 86 % deles no Estado do Pará. Apesar de não surgirem novas empresas, a área de cultivo tem aumentado entre 2 mil e 3 mil hectares por ano na última década (Fig. 1). A produção nacional de óleo

¹ US\$ 8,44; valor dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

de dendê em 2004 foi de 133 mil toneladas, representando 0,4 % da produção mundial (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS, 2005).

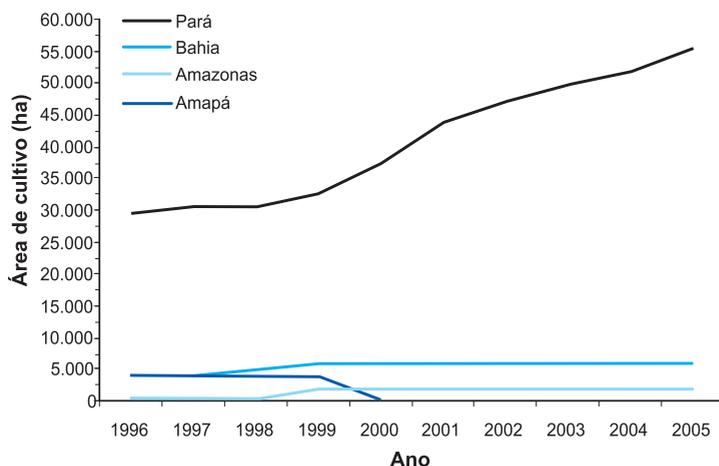


Fig. 1. Evolução da área de cultivo do dendêzeiro no Brasil.

Fonte: dados obtidos na FNP Consultoria & Agroinformativos (2005), na Embrapa Amazônia Ocidental e com produtores.

De fato, a dendeicultura só está estabelecida nestes dois estados do Brasil, Pará e Bahia, com 86 % e 10 % da área plantada, respectivamente, embora projetos mal-sucedidos já tenham sido desenvolvidos no Amazonas e no Amapá.

No Pará, embora os primeiros plantios comerciais tenham sido realizados no final da década de 1960, foi na década de 1980 que a dendeicultura teve forte expansão, com o surgimento de várias empresas. Atualmente estão em atividade o Grupo Agropalma (35 mil hectares), a Companhia de Dendê Norte Paraense (Codempa) (2 mil hectares), a Dendê do Tauá S.A. (Dentauá) (3,5 mil hectares), a Agroindustrial Palmasa S.A (4,1 mil hectares), a Marborges Agroindústria S.A. (3,5 mil hectares) e a Indústria Yossam Ltda. (4,2 mil hectares), além de produtores de pequeno e médio porte associados às empresas citadas.

No Amapá, em 1978, foi criada a Companhia de Dendê do Amapá (Codepa). Entre 1980 e 1987, com recursos da extinta Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam), foram implantados 4 mil hectares em áreas de cerrado, ao longo da BR-156, no Município de Porto Grande. Em 1999, após denúncias de trabalho escravo, as plantações deixaram de ser exploradas comercialmente. O fracasso do empreendimento pode também ser atribuído às condições agroecológicas da área, pois, no Cerrado, as exigências hídricas da cultura não são atendidas sem uso de irrigação.

No Amazonas, merecem destaque dois projetos, o Emade e o Caiaué. A Empresa Amazonense de Dendê (Emade) foi criada em 1982 e previa a implantação de 2 mil hectares no Município de Tefé, com financiamento do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), dos quais 1,4 mil hectares

foram efetivados. A empresa foi extinta em 1990, atribuindo-se o fracasso a problemas gerenciais e à incidência do Amarelecimento Fatal (AF) cujo agente causal é desconhecido. Em 1990, foi iniciado o projeto da empresa Caiauê Agroindustrial Ltda., próximo a Manaus, tendo sido implantados 1,2 mil hectares. O grupo empresarial passou por dificuldades e o projeto foi abandonado; posteriormente foi reativado e, atualmente, está sendo parcialmente explorado. Em 1995, o governo estadual do Amazonas apresentou a proposta *Terceiro ciclo industrial no Amazonas: contribuições do óleo de dendê como insumo energético (biodiesel e oleoquímico)*, que previa a implantação de 30 mil hectares de dendê no estado em 10 anos; entretanto, a proposta não foi implementada.

Na Bahia, onde o dendê foi introduzido há mais de quatro séculos, e que tem o óleo de dendê como um dos principais produtos de sua culinária típica, a cultura não apresenta importância econômica significativa. O estado possui apenas 6 mil hectares de cultivo da espécie (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVO, 2005). A Bahia possui 750 mil hectares aptos para dendeicultura na sua faixa litorânea, que se estende do Recôncavo Baiano até os Tabuleiros Costeiros do sul do estado (SEAGRI, 2007), próximo do mercado consumidor e com boa infra-estrutura; contudo, não se tem investido na expansão da cultura. Além das populações subespontâneas de dendê, dispersas por uma área de, aproximadamente, 20 mil hectares – parte explorada de maneira extrativista –, existem apenas quatro agroindústrias no estado que cultivam e processam dendê, a Óleos de Palma S.A. Agroindustrial (Opalma), a empresa Óleo de Dendê Ltda. (Oldesa), a Jaguaripe Agroindustrial S.A. e a Mutupiranga Industrial Ltda. Os dendezais subespontâneos são constituídos de plantas tipo “dura”, que apresentam baixa produtividade de cachos (3 t/ha-ano a 4 t/ha-ano) e baixa taxa de extração de óleo (8 % a 9 %). Já os plantios agroindustriais, embora estabelecidos com materiais de bom potencial produtivo, não recebem manejo apropriado e também apresentam baixa produtividade. Em 1989, pelo Decreto nº 3.270, de 07/12/1989, o governo da Bahia criou o Programa Pró-dendê, com o objetivo de tornar o estado o maior produtor nacional, com meta de implantação de 50 mil hectares na década de 1990 e mais 50 mil até o ano de 2010. O programa, com forte apelo na geração de renda para agricultura familiar, previa a instalação de 120 microusinas de processamento e o uso de culturas intercalares – feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), milho (*Zea mays* L.), etc. – durante o período improdutivo de formação do plantio (até o terceiro ano após o plantio). Contudo, o investimento previsto não foi realizado e o programa não foi desenvolvido.

Pesquisa e desenvolvimento tecnológico para o cultivo do dendezeiro

Quando, em 1980, o uso energético de óleos vegetais foi oficialmente incentivado pelo governo federal, com a criação do Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pró-Óleo), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) criou o Programa Nacional de Pesquisa do Dendê (PNP-Dendê). A espécie foi priorizada pelo seu potencial de desenvolvimento na Amazônia, considerando seu potencial produtivo, o conhecimento disponível e o êxito na expansão da cultura em outras regiões tropicais úmidas (África e Ásia). Para desenvolvimento do PNP-Dendê, em 1980, o Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira (CNPS), localizado em Manaus, Amazonas, foi transformado em Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD, hoje, Embrapa Amazônia Ocidental) e, em 1982, foi criado o Campo Experimental do Rio Urubu (Ceru), no Município de Rio Preto da Eva, no Estado do Amazonas, destinado exclusivamente às pesquisas com dendezeiro.

O PNP-Dendê contou com a cooperação técnica do Institut de Recherches Pour les Huiles et Oléagineux (Irho), atual Centre de Coopération Internationale en Recheche Agronomique pour le Développement (Cirad). O Irho já acumulava conhecimento e tecnologia para o cultivo do dendezeiro e desenvolvia um programa de melhoramento genético com excelentes resultados, do qual o Brasil foi beneficiado com a introdução de germoplasma não-melhorado e de material genético elite. Como resultado desse programa, foi desenvolvido o sistema de produção da cultura do dendezeiro adaptado às condições locais. Em 1992, foi iniciada a produção de sementes de cultivares do tipo Tenera, com elevada produtividade, atendendo à demanda da dendeicultura nacional que, até então, dependia de sementes importadas. Com a tecnologia gerada, os plantios com condições agroecológicas e manejo adequado passaram a atingir produtividade superior a 6 t de óleo/ha.ano.

No Ceru foi instalado um dos mais diversificados e importantes bancos ativos de germoplasma de dendê do mundo, composto de 330 acessos de dendê e 233 de caiaué [*E. oleifera* (Kunth) Cortés], espécie nativa da Amazônia do mesmo gênero e semelhante ao dendê, com o qual se cruza e produz descendentes viáveis. Atualmente, o programa de melhoramento genético está voltado para a obtenção de híbridos interespecíficos entre o dendê e o caiaué, que apresentem alta produtividade, reduzido crescimento do tronco e que não sejam afetados pelo Amarelecimento Fatal, anomalia que já dizimou milhares de hectares na América Latina e ameaça o desenvolvimento da dendeicultura na região. Nos híbridos já avaliados, as melhores produtividades

são 20 % a 30 % menores do que as das atuais cultivares. Contudo, os híbridos não são afetados pelo AF e apresentam crescimento do tronco pelo menos dois terços inferior ao das cultivares de dendê, o que reduz o custo de colheita e prolonga a vida útil do plantio (Fig. 2). Existe ampla variabilidade no germoplasma de caiaué e, com o melhoramento da espécie e a exploração dessa variabilidade, será possível obter híbridos tão ou mais produtivos que as cultivares atuais de dendê para disponibilizar aos produtores, aumentando a rentabilidade e a segurança da dendeicultura nacional.

Foto: Neusa Campelo



Fig. 2. Produção de cachos de híbrido interespecífico entre o caiaué e o dendêzeiro.

Desenvolvimento tecnológico para o cultivo de espécies nativas

No início do século passado, as palmeiras oleaginosas nativas já tinham importância econômica para o País e a necessidade do desenvolvimento de pesquisas com essas espécies já era descrita. No relatório *Óleos vegetais na economia mundial* apresentado em 1939 ao ministro da Agricultura pelo ex-diretor e professor do Instituto de Óleos, Joaquim Bertino de Moraes Carvalho, é relatada a exportação de frutos, óleo e cera de diversas palmeiras oleaginosas nativas. O autor destaca a indústria do óleo de babaçu, segundo ele uma das mais bem desenvolvidas no País à época, com extraordinária possibilidade de expansão no Norte do País, dependendo apenas de organização.

O relatório de Carvalho aponta o mercado norte-americano como grande oportunidade para a indústria brasileira de óleo vegetal e, para atender à demanda desse mercado, questiona se seria mais vantajoso aumentar a área de plantio de dendê na Bahia ou investir no cultivo das palmáceas oleaginosas

nativas, com produção de óleo com qualidade semelhante ou superior à do dendê. Como espécies potenciais, foram identificadas aquelas que já eram exploradas economicamente para produção de óleo, até mesmo com exportações já realizadas para América do Norte, entre elas: tucum (*Astrocaryum vulgare* Mart.), macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex. Mart.], murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.), curuá (*Ananas lucidus* Miller) e urucuri [*Attalea phalerata* Mart. ex Spreng, *Scheelea phalerata* (Mart. ex Spreng.) Burret]. Embora acreditando no potencial das espécies nativas, o autor ressalta a necessidade de estudos da viabilidade econômica do cultivo em larga escala dessas espécies, usando como referência o custo de produção e o valor de mercado do óleo de dendê. Nas décadas seguintes não houve expansão significativa da dendeicultura e também não foram desenvolvidos os estudos necessários para o cultivo das espécies nativas.

Foi apenas na década de 1980, com a motivação pela criação do Pró-óleo, que foram estabelecidos vários programas de pesquisa agrônômica com palmáceas nativas, com ênfase na coleta de germoplasma para seleção de genótipos superiores, visando à propagação e ao cultivo em larga escala. Os principais programas de pesquisa criados na época com palmáceas oleaginosas nativas foram:

- a) Babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) – Desenvolvido pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen, hoje Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), pela Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (Uepae Teresina), pela Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (Emapa) e pelo Instituto Estadual do Babaçu (Ineb). Este programa de pesquisa resultou na instalação de um banco de germoplasma de babaçu com 50 ha na cidade de Bacabal, a 240 km de São Luís do Maranhão.
- b) Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.] – Desenvolvido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). Foram realizadas coletas de germoplasma, mas todo o material foi perdido com o fim do programa.
- c) Patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) – Desenvolvido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Cpatu, hoje Embrapa Amazônia Oriental) e pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (Fcap).
- d) Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) – Desenvolvido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e pelo CNPSD.

Com o abandono do Pró-Óleo, não houve mais apoio a esses programas de pesquisa, que foram descontinuados sem gerar resultados significativos. Ainda hoje não se dispõe de conhecimento suficiente para o cultivo comercial dessas espécies, com exceção da pupunha, com cultivo em expansão, principalmente na Região Sudeste, mas para produção de palmito e não de óleo.

Desafios tecnológicos para o uso energético das palmáceas

Existem desafios técnicos e econômicos para o estabelecimento de cadeias agronegóci­cas sustentáveis para as palmáceas oleaginosas, principalmente para as espécies nativas. Existem particularmente desafios de natureza econômica, no caso das espécies com sistema de produção já estabelecido, como o dendê. O alto valor pago atualmente pelo óleo das palmeiras nativas certamente irá baixar quando forem iniciados os plantios comerciais. Com uso de tecnologia, será possível atingir produtividade bem mais elevada do que a obtida com o extrativismo, viabilizando economicamente esses óleos para o uso energético e inviabilizando a exploração extrativista, que só se justifica economicamente pelo alto preço pago pelo óleo, dada sua baixa produtividade. Ainda na metade do século passado, Bondar já destacava em sua obra *Palmeiras do Brasil*:

nenhuma planta nativa, dispersa ao capricho da natureza, pode competir com a planta em cultivo, selecionada e uniformizada. Entre as palmeiras nativas do Brasil há espécies que merecem entrar em cultivo, melhorando seu potencial econômico recorrendo a hibridação. Até agora nada se fez nesse assunto. São entretanto, plantas nossas, adequadas a variabilidade de clima e solo (BONDAR, 1964).

Para que as palmeiras oleaginosas nativas possam ser exploradas economicamente na produção de óleo para fins energéticos, são necessários: o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis, que dependam da seleção de plantas para alta produtividade de óleo; métodos de propagação eficientes para multiplicação dessas plantas; e definição de práticas de manejo que maximizem a produtividade dos plantios. Por se tratar de plantas com longo período juvenil – em geral, início de produção entre 5 e 7 anos após a germinação – e também dada a necessidade de avaliação por vários anos consecutivos da produção para que a seleção seja feita com eficiência, são necessários entre 15 anos e 20 anos de pesquisa até que se disponha de um

sistema de produção validado para disponibilizar aos produtores. Portanto, o desenvolvimento tecnológico visando à geração de sistemas de produção sustentáveis de palmáceas energéticas passa pela necessidade de estabelecer programas de pesquisas com custos e prazos que não são atendidos pelos modelos atuais de financiamento de pesquisa no País.

Neste contexto, constituem pesquisas prioritárias para as palmeiras nativas:

- a) Estudos agronômicos
 - 1) Caracterização, avaliação e conservação da diversidade genética.
 - 2) Domesticação e melhoramento genético.
 - 3) Propagação sexuada e assexuada (cultura de tecidos).
 - 4) Definição de espaçamento de plantio e adubação.
- b) Processamento e produção do biodiesel
 - 1) Desenvolvimento de extratores de amêndoa e óleo.
 - 2) Rotas de produção de biodiesel utilizando produtos regionais.
 - 3) Desenvolvimento de miniplantas adequadas às demandas de comunidades isoladas e para agricultura familiar.
 - 4) Adequação de motores para uso do óleo in natura.
- c) Utilização de co-produtos
 - 1) Uso para fins energéticos (casca e fibras).
 - 2) Uso para alimentação humana e animal (torta).
- d) Viabilidade econômica e competitividade da cadeia produtiva.

No caso do dendê, embora já se disponha de sistema de produção eficiente e rentável para garantir a expansão sustentável e a competitividade da cadeia produtiva, assim como para oferecer maior segurança aos altos investimentos exigidos, destacam-se as seguintes demandas para pesquisa:

- a) Sistema de produção
 - 1) Desenvolvimento de cultivares mais produtivas e resistentes/tolerantes ao Amarelecimento Fatal, utilizando métodos convencionais e biotecnológicos para introdução do germoplasma de caiaué no dendezeiro.
 - 2) Desenvolvimento de cultivares tolerantes a maiores estresses que poderão ocorrer com as mudanças climáticas.
 - 3) Práticas de manejo adequadas ao híbrido interespecífico entre o caiaué e o dendê, principalmente nutrição e densidade de plantio.
 - 4) Definição da etiologia do Amarelecimento Fatal.

- 5) Estudo de viabilidade técnica e econômica do cultivo irrigado do dendezeiro.
- b) Tecnologia de produção do biodiesel
- 1) Desenvolvimento de rotas de transformação com aproveitamento de matérias-primas regionais.
 - 2) Desenvolvimento de miniusinas de processamento de óleo de dendê para produção de biodiesel em pequena escala, adequadas a pequenas comunidades isoladas e agricultores familiares.
 - 3) Adaptação de motores estacionários para utilização do óleo in natura.
 - 4) Impactos ambientais e resíduos.
 - 5) Aproveitamento de co-produtos e resíduos da produção do óleo de dendê e do biodiesel.
 - 6) Análise da viabilidade e dos impactos ambientais da cadeia produtiva do dendê para produção de biodiesel.
- c) Gestão territorial
- 1) Levantamento e sistematização de informações agronômicas, ecológicas, econômicas e sociais que permitam estabelecer estratégias para gestão territorial, com foco na sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê para produção do biodiesel.
 - 2) Estudo de cenários da expansão da dendeicultura no Brasil, com aplicação de modelagem para previsão de necessidades e impactos.

Embora o custo de produção do óleo de dendê permita a produção de biodiesel a preços competitivos com o óleo diesel, o preço pago atualmente pelo mercado de alimentos é muito mais atrativo. Além disso, o País é importador de óleo de dendê, necessitando, pelo menos, dobrar sua área de cultivo para atender à crescente demanda do mercado interno. Com a expansão dos cultivos, certamente o preço do óleo será reduzido e a produção de biodiesel se tornará mais atrativa. Contudo, para que isso efetivamente ocorra, são necessárias políticas de incentivo ao setor, que devem incluir linhas de crédito adequadas, investimento em infraestrutura e adequações na legislação ambiental e tributária.

Perspectivas do uso dos óleos de palmáceas para fins energéticos

Existem diversas experiências com o uso energético dos óleos de palmáceas: desde a utilização de óleo in natura em grupo motor gerador multicomcombustível,

particularmente importante para viabilizar a geração de energia elétrica em pequenas comunidades isoladas na Região Norte do País, até a produção de biodiesel para uso em motores veiculares e máquinas agrícolas. Contudo, só existe uma empresa que produz comercialmente biodiesel derivado do óleo de palmáceas, a Agropalma, que utiliza ácidos graxos retirados do processo de refino do óleo de dendê. Entre as experiências existentes, cita-se a produção de biodiesel do óleo de dendê e o uso do óleo de dendê in natura em motores estacionários, a exemplo de dois projetos desenvolvidos na Amazônia: na Vila Boa Esperança, Município de Moju, Estado do Pará, e na Comunidade Boa União, no Município de Presidente Figueiredo, Amazonas.

Uso do óleo de dendê in natura em motores estacionários

O projeto desenvolvido na Comunidade Vila Boa Esperança iniciou-se em 1997 e terminou em 2000, em razão da chegada da rede de distribuição de energia da concessionária local. Foi utilizado um grupo motor gerador com potência de 132 KVA, alimentado com óleo de dendê bruto, gerando energia distribuída através de rede trifásica a 129 residências. O projeto também demonstrou viabilidade econômica, com custo de geração de energia praticamente igual ao da tarifa paga na região para a concessionária de distribuição de energia. As informações são de que para geração de 1 MWh eram consumidos 290 litros de óleo de dendê.

No projeto desenvolvido na Comunidade Boa União, foi utilizado um grupo gerador com motor MWM D225-4 de 51 CV, que operou gerando energia elétrica por um ano, 4 mil horas, não tendo havido necessidade de trocar ou modificar quaisquer de seus componentes mecânicos para o adequado funcionamento, mas apenas aumentar a pressão dos bicos injetores (MIRANDA; MOURA, 2000).

Produção de biodiesel do óleo de dendê

Diversas instituições brasileiras já desenvolveram projetos com a produção de biodiesel a partir do óleo de dendê utilizando diferentes processos, como craqueamento térmico ou pirólise, transesterificação e estefiricação, tendo sido validado, em diferentes tipos de automóveis e máquinas agrícolas, o uso do biodiesel de dendê em motores diesel.

A Agropalma, única empresa com produção em escala e comercialização de biodiesel de dendê, comercializa o produto desde 2005. A empresa tem capacidade instalada para produção de 20 mil toneladas por ano de biodiesel (Fig. 3) e, em 2006, já foram comercializadas mais de 5 mil toneladas para a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O biodiesel, denominado palmdiesel, é produzido a partir de ácidos graxos retirados do óleo de dendê no processo de refino. A produção é feita pelo processo de esterificação, desenvolvido pela Agropalma em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro. Além da vantagem de aproveitar os ácidos graxos retirados no refino, um subproduto da indústria, o processo de produção empregado resulta em combustível mais puro, isento de glicerina, que é poluente, e muito mais barato que o biodiesel produzido a partir do óleo, além de poder ser utilizado nos motores ciclo diesel tradicionais sem a necessidade de adaptação.

Foto: Donato Aranha



Fig. 3. Usina da empresa Agropalma para produção do palmdiesel, localizada em Belém, PA.

A produção de biodiesel da Agropalma é beneficiada com a isenção dos impostos federais Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), conferida às empresas que possuem o selo de combustível social. Para obtenção do selo, no caso de produtores de biodiesel de dendê na Região Norte, é exigido que, pelo menos, 10 % da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel seja adquirida de agricultores familiares, entre outros critérios estabelecidos no Decreto nº 5.297/2004 e Instrução Normativa Nº 01, de 05/07/2005 do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). A produção da agricultura familiar vem de um arranjo estabelecido entre a Agropalma e 185 agricultores familiares que cultivam área de 10 ha a 11 ha de dendê/família, totalizando 1,74 mil hectares.

A estimativa é de atingir renda líquida de R\$ 24.000/ano-família² a partir do sétimo ano. O plantio foi financiado pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e pela Agropalma, que também presta assistência técnica aos produtores. As terras foram cedidas pelo governo do estado. Os produtores têm renda garantida por 25 anos, com contrato de exclusividade de compra pela Agropalma.

Inclusão do dendzeiro no Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

O dendzeiro tem grande potencial para contribuir na efetivação da produção de biodiesel na Amazônia, fato que já foi reconhecido pelo governo federal ao definir a espécie como prioritária para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) na Região Norte e estabelecer incentivos fiscais através do Selo de Combustível Social.

O cultivo do dendzeiro atende plenamente aos requisitos do PNPB. No aspecto econômico, possui um dos menores custos de produção de óleo entre as oleaginosas, US\$ 0,195 a US\$ 0,508 por litro, para custo de produção do óleo de dendê de US\$ 150,00 e US\$ 500,00 por tonelada, respectivamente (KALTNER et al., 2004). Do ponto de vista ambiental, a cultura tem como vantagens: o fato de ser permanente, com alta capacidade de fixação de carbono, aproximadamente 26 toneladas de carbono estocados por hectare em plantios adultos (CHAN, 2002); ter a maior produtividade entre as oleaginosas, exigindo menor área para atender às demandas de óleo; oferecer boa cobertura do solo das áreas de cultivo, protegendo-o contra erosão e lixiviação, o que é extremamente importante nas condições do trópico úmido; e apresentar alta eficiência na conversão de energia, com balanço energético altamente positivo, o mais próximo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), com relação entre unidades de energia produzida por energia consumida de 5,4:1 (CETEC, 1983) a 9,5:1 (WOOD; CORLEY, 1991). Socialmente, contribui para a geração de renda e emprego no campo, um a cada 6 hectares, sendo excelente opção como atividade âncora em programas de assentamento e de fixação do homem no campo.

Existe grande preocupação de que a expansão da dendzeicultura na Amazônia possa incentivar o desmatamento de extensas áreas de floresta primária.

² US\$ 13,5 mil; valor do dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766

Contudo, se analisado seu potencial produtivo e a extensão das áreas já alteradas e improdutivas na região, verifica-se que é possível atender toda a demanda regional, e até mesmo nacional, apenas com a recuperação de parte das áreas alteradas. Na Tabela 2, observa-se que, em todos os estados da região, a área necessária de cultivo do dendê, considerando a substituição de 100 % do óleo diesel consumido na região por biodiesel, é bem inferior à extensão das áreas já desflorestadas. Até mesmo considerando a possibilidade de produzir biodiesel suficiente para substituir todo o óleo diesel consumido no País, 36,7 milhões de m³ em 2006 (ANP, 2007), o que obviamente não ocorrerá, a área de cultivo de dendezeiro necessária seria de, aproximadamente, 8 milhões de hectares, ainda bem inferior à extensão do que já existe desmatado. Ao mesmo tempo deve-se considerar que, dispendo de um sistema de produção sustentável, com alta produtividade e rentabilidade, haverá menor pressão sobre a floresta. Veiga et al. (2000) avaliaram o impacto do cultivo do dendezeiro por agricultores familiares que utilizam o sistema tradicional de produção de corte e queima na Amazônia. Considerando que uma família necessita, em média, derrubar e queimar 1 ha de mata por ano para sua subsistência (cultivo de macaxeira, mandioca, grãos etc.), em um período equivalente à vida útil do dendezeiro de 25 anos, uma família desmataria 25 ha. Portanto, com a ocupação da mão-de-obra familiar no cultivo de 6 ha de dendezeiro, seria evitado o desmatamento de 25 ha, uma relação de 4,16 ha de mata conservada para cada hectare de dendezeiro cultivado, com aumento significativo de renda e qualidade de vida.

Considerações finais

No estágio atual de desenvolvimento tecnológico das palmeiras nativas, elas não concorrem economicamente com o dendezeiro na produção de óleo. Poucas têm potencial genético para atingir seu nível de produtividade e, se alcançado, este demandará décadas de pesquisa para ser atingido. A exploração de populações naturais das espécies nativas pode ser uma atividade de baixo risco e ecologicamente mais correta que os plantios agrícolas, visto que não exige investimento na implantação e formação da cultura e nem desmatamento de grandes áreas. Mas existem custos e é necessário tempo para a realização de estudos da população e seu preparo para a implantação do plano de exploração. O fato de ser uma atividade de “baixo risco” não garante a viabilidade e a sustentabilidade técnico-econômica da exploração extrativista comercial. A produção extrativista de óleo de palmáceas para fins energéticos, mesmo com um sistema de exploração bem definido, que garanta qualidade e regularidade na produção, não apresenta capacidade de atender demanda

Tabela 2. Demanda de área de cultivo do dendzeiro para substituição do óleo diesel consumido por biodiesel nos estados da Região Norte, que possuem condições agroecológicas adequadas para a cultura.

Estado	Consumo de diesel (m ³) ⁽¹⁾	Área de cultivo ⁽²⁾ (ha)			Área do estado ⁽³⁾ (milhões de hectares)		Área para produção de B100 ⁽⁴⁾ (%)
		2%	5%	100%	Total	Desmatada	
Acre	130.000	520	1.300	26.000	15,89	1,92 (12,0 %)	0,164
Amapá	145.083	581	1.451	29.017	14,29	0,24 (1,7 %)	0,203
Amazonas	700.000	2.800	7.000	140.000	160,19	3,26 (2,0 %)	0,087
Pará	1.310.603	5.243	13.106	262.121	124,96	21,29 (17,4 %)	0,210
Roraima	52.536	211	526	10.507	22,62	0,81 (3,6 %)	0,046
Rondônia	637.180	2.549	6.372	127.436	24,04	8,12 (33,8 %)	0,530
Total	2.975.402	11.904	29.755	595.081	361,99	35,64 (9,85 %)	0,164

⁽¹⁾Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). ⁽²⁾Área necessária de cultivo para produção de biodiesel suficiente para substituir diferentes percentuais do diesel consumido. ⁽³⁾Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). ⁽⁴⁾Percentual da área total do estado para produção de B100.

em grande escala, mas pode ser alternativa viável para as comunidades isoladas da Amazônia, como ilhas energéticas.

Não existem restrições tecnológicas relacionadas à transformação dos óleos vegetais em biodiesel, limitantes ao estabelecimento de um plano ousado do uso energético das palmáceas. Contudo, ainda deverão surgir importantes inovações, como aumento da eficiência dos processos de transformação e aproveitamento de co-produtos.

Os recursos das agências públicas de fomento à pesquisa e o interesse da iniciativa privada na produção de biodiesel estão garantindo que as inovações tecnológicas no processo de produção ocorram em período relativamente curto. Todavia, para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis para as palmáceas, principalmente as nativas, espécies não-domesticadas ou semidomesticadas, é necessário investir em programas de longo prazo, principalmente no desenvolvimento de cultivares, o que, no caso das palmáceas, não exigirá menos do que 15 a 20 anos.

Projetos com essas perspectivas são de alto risco em razão da descontinuidade dos programas de governo, pouco atrativos para os pesquisadores por demandarem longo período para alcançar o produto final, e pouco competitivos para os modelos atuais de financiamento da pesquisa, que privilegiam projetos com resultados e impactos em curto prazo, visto que os editais contemplam períodos de execução entre 2 e 3 anos. Por esses motivos, poucos são os pesquisadores interessados no desenvolvimento de sistemas de produção para as palmáceas nativas, principalmente no melhoramento genético.

Finalmente, a produção de biodiesel em larga escala, a partir do óleo de dendê, somente será realizada se forem adotadas políticas de expansão da cultura, com aumento da produção a patamares que promovam a redução do valor pago pelo mercado de alimentos.

Referências

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Vendas_de_Combustiveis_m3.xls>. Acesso em: 20 out. 2007.

ARAGAO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A.; ANGELO, P. C. S.; RIBEIRO, F. E. Seleção de cultivares de coqueiro para diferentes ecossistemas do Brasil. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste do brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/livrog/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2007.

BARCELOS, E.; PACHECO, A. R.; MÜLER, A. A.; VIÉGAS, I. J. M.; TINOCO, P. B. **Dendê: informações básicas para seu cultivo**. Brasília: Embrapa-DDT, 1987. 40 p.

BONDAR, G. Palmeiras do Brasil. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. **Boletim**, n. 2, 1964. 159 p.

CHAN, C. K. **Oil palm carbon sequestration and carbon accounting**: our global strength. In: MPOA Seminar 2002: R&D for Competitive Edge in the Malaysian Oil Palm Industry. Bangi, 2002. 17 p.

CLEMENT, C. R.; LLERAS PÉREZ, E.; Van LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, n. 9, v. 1-2, p. 67-71, 2005.

CETEC. Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, 1983. p.154-246. (Boletim n.º 1).

FAO 2006. Disponível em: <www.faostat.org.br>. Acesso em: 23 jun. 2006.

FEDEPALMA. **Oil palm production area in the world** Disponível em: <<http://www.fedepalma.org/statistics.shtm>>. Acesso em: 28 mar. 2006.

FNP Consultoria & Agroinformativos. **Agriannual**, São Paulo, 2005.

FREITAS, M. A. V. Biomassa energética renovável para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. **Revista Brasileira de Energia**, v. 5, n. 1, p. 71-97, 1996.

HOMMA, A. K. O.; FURLAN JÚNIOR, J. Desenvolvimento da dendecultura na Amazônia: cronologia. In: MÜLLER, A. A. **Agronegócio do dendê**: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 193-207.

KALTNER, F. J.; FURLAN JUNIOR, J.; BARCELOS, E.; VEIGA, A. S.; VAZ, J. B. C. **Viabilidade técnica e econômica de produção de ésteres de óleo de palma para utilização como substituto de óleodiesel, na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 54 p.

LLERAS, E; CORADIN, L. Palmeras nativas como oleaginosas: situación actual y perspectivas para América Latina. In: FORERO, L. E. (Ed.). **Informe del Seminario-Taller sobre Oleaginosas Promisorias**. Bogotá: Asociación Interciencia, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. 1985. p. 92-143.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; VON BEHR, N. **Palmeiras no Brasil**: nativas e exóticas. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1996.

MIRANDA, R. M.; MOURA, R. D. Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL. 3., 2000. **Anais...**

OIL WORLD. **Oil world annual**. Hamburg: ISTA Mielke, 2005.

SANTOS, M. A. S.; D'ÁVILA, J. L.; COSTA, R. M. Q.; COSTA, D. H. M.; REBELLO, F. K.; LOPES, M. L. B. **O comportamento do mercado de óleo de palma no Brasil e na Amazônia**. Belém: Banco da Amazônia S.A., 1998. (Estudos Setoriais, 11).

SEAGRI. **Cultura – Dendê**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/dende.htm>>. Acesso em: 20 set. 2007.

UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. Genera palmarum after ten years. In: HENDERSON, A.; BORCHSEMIUS, F. (Ed.). **Evolution, variation, and classification of palms** New York: New York Botanical Garden, 1999..p. 245-253.

USDA. **Official Statistics, USDA Estimates**. United States Department Agriculture. Circular, Fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2006/06-02>>. Acesso em: 28 mar. 2006.

VEIGA, A. S.; SMIT, L.; FÚRIA, L. R. R. Avaliação do dendezeiro como opção para o sequestro de carbono na Amazônia. In: VIÉGAS, I. J.; MÜLLER, A. A (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, Belém/Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.125-144.

WOOD, B. J.; CORLEY, R. H. V. The energy balance oil palm cultivation. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL PALM OIL CONFERENCE, 1991, Kuala Lumpur. Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1991. p. 130-143.

Literatura recomendada

BASIRON, Y.; DARUS, A. The oil palm industry – from pollution to zero waste. **The Planter**, v. 72, p. 141-165. 1996.

CARVALHO, J. B. M. **Os óleos vegetais na economia mundial**. Rio de Janeiro: Serviço de Publicidade Agrícola. (Relatório sobre a viagem de estudos a Trinidad e aos Estados Unidos da América, apresentado ao Ministro da Agricultura Fernando Costa). 1939. 302 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto PRODES - Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 20 set. 2007.

NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília: Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica, 2005. 233 p. (Cadernos NAE n. 2).

Capítulo 6

Gordura animal e outros resíduos

Paulo Armando Victoria de Oliveira
Martha Mayumi Higarashi

A produção mundial de carne praticamente triplicou nos últimos 25 anos, e os países em desenvolvimento foram os principais responsáveis por este grande crescimento. Essa constatação apenas confirma tendência, já apontada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), de migração da produção animal dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento (FAO, 2006).

Em 2006, a produção brasileira de carne foi de cerca de 20 milhões de toneladas, divididos, aproximadamente, em: bovinos – 7,5 milhões de toneladas, suínos – 2,8 milhões de toneladas e aves – 10 milhões de toneladas (BELLAVÉR, 2005). Nessas três principais cadeias cárneas, o Brasil ocupa posição de destaque entre os quatro maiores produtores mundiais (SPEEDY, 2003), respondendo por 20,7 %, 12,8 % e 6,4 % da exportação global de aves, bovinos e suínos, respectivamente (FAO, 2005a,b).

O País deverá se firmar nos próximos anos como o maior produtor mundial de carnes. Assim, é necessário buscar alternativas para mitigar os impactos decorrentes do aumento da produção, evitando o comprometimento dos recursos naturais.

Dentro desse contexto, o aproveitamento dos resíduos agropecuários para a geração de energia tem se mostrado como alternativa bastante promissora, tanto para gerar mais recursos dentro da cadeia como para incentivar o desenvolvimento do setor de processamento de resíduos, transformando

material altamente poluente em insumo para geração de energia renovável, principalmente eletricidade.

Distribuição da produção de carne

A produção de suínos e aves no Brasil ainda se concentra bastante na Região Sul, que aloja aproximadamente 43 % e 54 % do efetivo de animais, respectivamente. Entretanto diversos estudos indicam tendência de expansão dessas produções em sistemas de confinamento para a Região Centro-Oeste, tanto pela logística de transporte e produção de grãos como por questões ambientais, relacionadas ao esgotamento da capacidade de suporte nas regiões de grande concentração animal no Sul do País (SANTOS FILHO et al, 1999; SHIGAKI et al., 2006). O abate e o processamento de carnes no Brasil são mais concentrados que a produção animal, sobretudo nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A participação do Sul deve-se à sua grande importância no abate de suínos e aves; nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o abate de bovinos passa a ser mais importante, ainda que o abate de suínos e aves venha ganhando importância nos últimos 10 anos.

Com base nos dados sobre o total de mão-de-obra empregada no abate e processamento de suínos, aves e bovinos, foi estimado o potencial de produção de gorduras animais no Brasil (Tabela 1) e nos diversos estados. As estimativas de produção para o Brasil são semelhantes aos resultados apresentados em Bellaver (2005).

As regiões Sul e Centro-Oeste não produzem petróleo, sendo a situação do Centro-Oeste mais crítica por estar mais distante das refinarias e apresentar uma malha rodoviária pouco desenvolvida, que encarece o preço do diesel que chega aos postos da região. O potencial de biodiesel de gordura animal e da produção de biogás é bastante promissor. Desta forma, para o seu máximo

Tabela 1. Estimativas da utilização de gorduras animais nos setores de alimentação e industrial no Brasil e nos Estados Unidos da América (mil t/ano).

	Banha	Sebo	Gordura ácida	Ração	Gordura frita	Sabão	Total
Brasil	66	295	661	717	47	32	1.816
Estados Unidos da América	229	469	1.069	1.335	162	110	3.374
Mundo	2.307	1.761	5.954	7.439	1.635	1.106	20.202

Fonte: baseado em dados da Usda (2007).

aproveitamento, é necessário que existam plantas processadoras de diferentes resíduos.

Produção de gorduras animais e resíduo de frigoríficos

A indústria brasileira de processamento de ingredientes de origem animal é aliada importante para a manutenção do ambiente limpo. A cada ano são processados cerca de 4,25 milhões de toneladas de subprodutos, com tendência de aumento por causa do aumento da produção de carne. Os resíduos da produção de carnes, sem o tratamento adequado, são passivos ambientais, no entanto, passam a produtos de valor agregado superior a R\$ 2,5 bilhões¹, na forma de farinhas protéicas e gorduras animais, com aplicações na fabricação de rações, sabões, tintas, cosméticos, explosivos, farmacêuticos, couro, têxteis e de lubrificantes (BELLAYER, 2004). A indústria é composta por dois segmentos diferenciados, que são os frigoríficos e os coletadores. Os primeiros conduzem o processamento dentro da planta de abate imediatamente após o abate. O segundo grupo recolhe o material de abatedouros, casas de carne e supermercados.

Embora o Programa Brasileiro do Biodiesel esteja dando maior enfoque à utilização dos óleos vegetais como principal fonte de matéria-prima lipídica, as gorduras animais também apresentam grande potencial para a produção de biodiesel e biogás (POUECH, 2005). Sobretudo quando se considera que o País é um dos maiores produtores mundiais de carnes e que, ao contrário dos óleos vegetais, as gorduras animais são subprodutos e não produtos primários, tendo, portanto, menor valor de mercado. Estima-se que o País tenha um potencial de produção de 2,2 milhões de toneladas por ano de gorduras animais (BELLAYER, 2005).

Os Estados Unidos da América, outro grande produtor mundial de carne, já identificaram as gorduras animais como sendo fonte de matéria-prima com grande potencial para a produção de energia (LEONARD, 2007). Em novembro de 2006, por exemplo, a maior companhia alimentícia americana criou uma divisão de energia renovável, cujo principal foco é o aproveitamento da gordura de frango como matéria-prima para a produção de biodiesel e a obtenção de energia a partir de dejetos de frango.

No Brasil, algumas empresas também têm voltado sua atenção para a produção de biocombustível e biogás. Apesar da quantidade de energia proveniente

¹ US\$ 1,4 bilhões; valor em outubro de 2007 = R\$ 1,766

dessas fontes ser limitada pela demanda do mercado de carne, deve-se considerar que, além de contribuir para a substituição progressiva dos combustíveis fósseis pelos combustíveis renováveis (biodiesel e biogás), o aproveitamento dos resíduos constitui-se em estratégia importante para assegurar a sustentabilidade das cadeias produtivas da carne.

No que diz respeito a efluentes de frigoríficos, estima-se que sejam gerados, aproximadamente, 149 milhões de toneladas de efluentes por ano no Brasil, constituídos por água de processamento que carrega sangue e aparas de gorduras, carnes, ossos e vísceras.

O tratamento desses efluentes é feito em tanques com agentes coagulantes, que separam a fração orgânica na forma flutuante (lodo), constituído principalmente por proteínas e lipídios. O lodo, convencionalmente destinado ao descarte ou a aterros sanitários, pode, por meio de tratamento térmico complementar, com extração parcial da água e da gordura, transformar-se no composto orgânico conhecido como flutuante industrial. Este composto contém 35 % de matéria seca com valor nutricional que tem sido considerado para uso na alimentação animal (Tabela 2) (ZANOTTO et al., 2006). Estima-se que poderiam ser produzidos em torno de 1 milhão de toneladas de flutuante industrial/ano.

Em virtude de restrições sanitárias à utilização de tais materiais na alimentação animal, a biodigestão anaeróbia com geração e aproveitamento de biogás deve ser considerada como opção para o tratamento dos efluentes frigoríficos.

Potencial para produção de energia pelo biogás

A digestão anaeróbia do resíduo animal resulta na produção de biogás, composto basicamente de metano (CH_4 – 50 % a 70 %) e dióxido de carbono (CO_2 – 30 %). O metano gerado nos biodigestores pode ser aproveitado como fonte de energia térmica ou elétrica e usada em substituição aos combustíveis fósseis (Gás Liquefeito de Petróleo – GLP) ou à lenha, tendo como vantagem ser fonte de energia renovável. Além dos aspectos ambientais, como a redução na emissão de gases de efeito estufa, a produção de biogás pode agregar valor à produção, tornando-a auto-sustentável economicamente por meio da geração de energia (térmica e/ou elétrica) e da valorização agrônômica do biofertilizante (BONAZZI, 2001). A restrição de espaço e a necessidade de atender, cada vez mais, às demandas de energia (térmica/elétrica), além da demanda por água de boa qualidade e alimento, têm colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam, principalmente, à

Tabela 2. Média, erro-padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança para as variáveis de composição química do flotado industrial.

Variável ⁽¹⁾	N	Média	Erro-padrão	Coeficiente de variação (%)	Intervalo de confiança (95%)
Matéria seca (%)	20	35,12	0,59	7,53	33,88 36,36
Proteína bruta (%)	20	44,03	0,23	2,34	43,55 44,51
Extrato etéreo (%)	20	32,74	0,46	6,25	31,78 33,70
Fibra bruta (%)	20	1,92	0,06	13,55	1,79 2,04
Cinzas (%)	20	5,43	0,10	8,20	5,22 5,64
Cálcio (%)	20	1,03	0,03	14,62	0,96 1,10
Fósforo (%)	20	1,03	0,01	5,80	1,00 1,05
Magnésio (%)	4	0,17	0,01	14,53	0,13 0,21
Cobre (mg/kg)	4	164,42	20,69	25,17	98,57 230,26
Ferro (mg/kg)	4	2.511,12	141,98	11,31	2.059,27 2.962,97
Manganês (mg/kg)	4	165,01	21,01	25,47	98,13 231,88
Zinco (mg/kg)	4	434,05	52,97	24,41	265,48 602,63

⁽¹⁾ Resultados expressos na matéria seca.
 Fonte: Zanotto et al. (2006).

questão ambiental e à geração e utilização de energia nas propriedades e indústrias. O aspecto energia é cada vez mais evidenciado pela interferência no custo final de produção, sendo fator que merece ser mais bem trabalhado, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor. Ressalta-se que a recente crise energética, o aquecimento global e a alta dos preços do petróleo têm determinado a procura por alternativas energéticas no meio rural.

A utilização de biodigestores (Fig. 1) no Brasil tem merecido destaque em razão dos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes (OLIVEIRA, 2004).

Foto: Paulo Armando de Oliveira



Fig. 1. Modelo de biodigestor usado para a geração de biogás.

A recuperação do biogás possibilita a geração de energia em substituição a fontes de origem fóssil. Portanto, com o uso de biodigestores, além de diminuir as emissões de CO_2 pela substituição de outras fontes energéticas de origem fóssil (lenha e carvão), diminui-se também a emissão de gases produzidos na fermentação e estabilização dos dejetos que, normalmente, seriam emitidos para a atmosfera pelas lagoas de estabilização usadas para o tratamento dos resíduos (CH_4 é o principal gás gerado) (LA FARGE, 1995; CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2000).

Programas oficiais lançados em 2005 estimulam a implantação de biodigestores focados, principalmente, na geração de energia e na possibilidade de participarem do mercado de carbono, resultando na diminuição do impacto ambiental e na agregação de valor a produtos. O objetivo desses programas é reduzir a dependência energética com geração de energia térmica para os diversos usos

(aquecimento, iluminação, resfriamento), bem como reduzir a poluição e a emissão de gases de efeito estufa causadas pelo armazenamento/tratamentos dos dejetos dos resíduos em lagoas.

O processo de biometanização envolve a conversão de biomassa em metano sobre condições anaeróbias. Esta conversão do complexo orgânico composto de metano e dióxido de carbono requer a mistura de espécies bacterianas. Dependendo da temperatura em que o processo está acontecendo, o tratamento de resíduos orgânicos é basicamente de três tipos. A biometanização com temperatura entre 45 °C e 60 °C é considerada termofílica; a que ocorre entre as temperaturas de 20 °C a 45 °C é a mesofílica; e a digestão anaeróbia de matéria orgânica em baixas temperaturas (< 20 °C) é referida como digestão psicofílica (LA FARGE, 1995).

Ao passar pelo biodigestor, o efluente perde carbono na forma de metano e CO₂ – diminuição na relação carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica, o que melhora as condições do material para fins agrícola em função do aumento da solubilidade de alguns nutrientes. No entanto, a aplicação do efluente deve levar em conta critérios agrônômicos para evitar o impacto ambiental. Os custos com transporte, topografia ondulada e a escassez de áreas agrícolas apropriadas para a mecanização constituem obstáculos à otimização do uso dos resíduos na forma de biofertilizantes (BONAZZI, 2001; OLIVEIRA, 2004).

O metano, principal componente do biogás, não tem cheiro, cor ou sabor; embora outros gases presentes confirmem-lhe ligeiro odor de vinagre ou de ovo podre. Para seu uso como combustível, deve-se estabelecer uma relação entre o biogás e o ar, permitindo a queima eficiente. O biogás, por ser extremamente inflamável, pode ser simplesmente queimado para reduzir o efeito estufa (o metano apresenta poder estufa cerca de 21 vezes maior que o CO₂) ou aproveitado para uso industrial, motores de combustão interna, sistemas de geração de energia elétrica ou térmica (GUYOT, 1997; CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2000).

A presença de vapor d'água, CO₂ e gases corrosivos (H₂S) no biogás in natura constitui o principal problema para a viabilização de seu armazenamento e a produção de energia. Equipamentos mais sofisticados, a exemplo de motores a combustão, geradores, bombas e compressores, têm vida útil extremamente reduzida. A remoção de água, H₂S e outros elementos, por meio de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem, é imprescindível para a viabilidade de uso em longo prazo. O esforço desenvolvido pela indústria brasileira na adaptação e desenvolvimento de equipamentos para o uso do biogás é ainda muito pequeno. É preciso avançar nesta questão, colocando à disposição dos produtores serviços, materiais e equipamentos mais adequados e confiáveis (LA FARGE, 1995; CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2000).

A produção de biogás é estimada, entre outros fatores, pela temperatura de operação do biodigestor, sendo que, nos estados do Sul, a faixa de temperatura da biomassa sem aquecimento situa-se entre 20 °C e 25 °C (OLIVEIRA, 2005; KUNZ, et al. 2005). Entretanto, para os estados situados no centro do País, a temperatura da biomassa situa-se acima dos 25 °C, podendo atingir 32 °C. Sendo assim, pode-se considerar que as bactérias predominantes na digestão anaeróbia, que ocorre no biodigestor, são predominantemente as mesofílicas, cuja faixa de temperatura situa-se entre 20 °C e 45 °C. Outro fator a ser considerado na estimativa da produção de biogás é a diluição dos resíduos em função do desperdício de água utilizado na limpeza e higienização, pela entrada de água da chuva nos canais de manejo dos resíduos.

O grau de diluição dos resíduos pode ser determinado pela observação da Matéria Seca (MS) e/ou Sólidos Totais (ST), Matéria Orgânica e os Sólidos Voláteis (SV), que são os substratos para as bactérias metanogênicas. Os SVs são os responsáveis diretos pela produção de biogás (LA FARGE, 1995; CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2000), sendo que, quanto maior for a concentração de SV na alimentação diária do biodigestor (kg/m^3), maior será a capacidade do biodigestor de produção de biogás.

Na Fig. 2 observa-se o potencial dos diferentes resíduos para a produção de biogás, tais como dejetos de suínos nas fases de terminação e gestação, esterco de aves, flotado e graxas agroindustriais. Observa-se, também, que flotado e graxas agroindustriais possuem potencial para produção de biogás muito maior que os resíduos de produção de animais, chegando, em alguns casos, a dobrar ou triplicar este potencial.

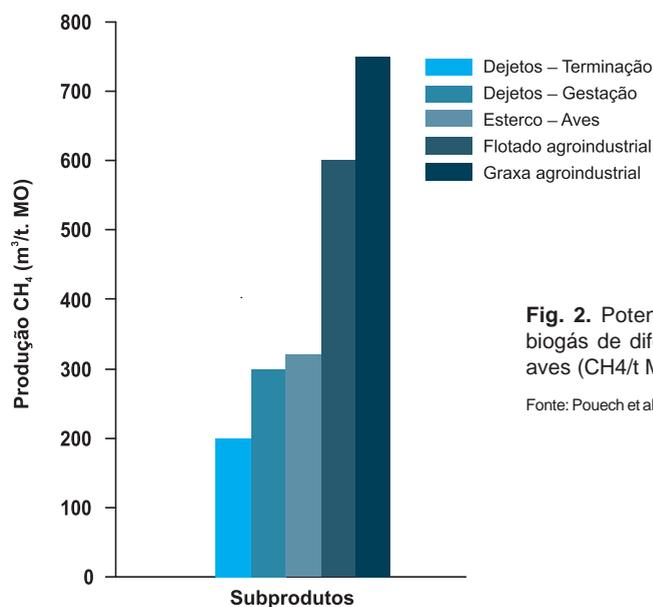


Fig. 2. Potencial de produção de energia na forma de biogás de diferentes resíduos da produção de suínos e aves (CH_4/t MO - Matéria Orgânica).

Fonte: Pouech et al. (2005).

A digestão anaeróbia apresenta grande potencial para aplicação em indústrias geradoras de resíduos orgânicos. O biogás produzido pode substituir alguns combustíveis usados na indústria, como lenha, GLP e diesel, e assim reduzir suas despesas energéticas. O importante é o conhecimento das condições de biodegradabilidade de alguns resíduos industriais para poder-se estimar seu potencial na geração de biogás. Na Tabela 3, podem ser observadas as características de alguns resíduos produzidos no processamento de indústrias alimentícias.

Tabela 3. Características médias de alguns resíduos produzidos no processamento de indústrias alimentícias.

Tipo de resíduo	Sólidos Voláteis SV (%)	m ³ CH ₄ /kg SV	m ³ CH ₄ /t
Conteúdo estômagos / vísceras bovinos	9,6	0,40	38,4
Conteúdo estômagos / vísceras suínos	9,6	0,46	44,2
Lodo de flotação das agroindústrias	4,0	0,54	21,6
Gordura de separadores	-	1,6	-

Fonte: Centro para a Conservação de Energia (2000).

O rendimento teórico de conversão de hidratos de carbono, proteínas e lipídios em metano é de 0,415 m³ CH₄/kg SV, 0,496 m³ CH₄/kg SV e 1,014 m³ CH₄/kg SV, respectivamente. Os resíduos com maior teor de lipídios (gorduras) são os que apresentam melhores potenciais para a produção de biogás, chegando a produzir mais que o dobro dos outros constituintes da matéria orgânica.

Tratando-se de efluentes agroindustriais, seu potencial de produção de biogás varia entre 173 Nm³ CH₄/t MO (matéria orgânica) e 738 Nm³ CH₄/t MO. As graxas apresentam potencial superior a 500 Nm³ CH₄/t MO, sendo seu teor em metano elevado, entre 75 % e 83 % (POUECH et al., 2005).

Estudos desenvolvidos por La Farge (1995) e pelo Centro para a Conservação de Energia (2000), nos quais foram avaliadas a geração de energia elétrica com o uso do biogás, empregando resíduo da produção de suínos e agroindustriais, concluíram a viabilidade técnica e econômica deste tipo de geração de energia e a substituição das fontes convencionais (GLP, lenha e diesel) usadas na geração de energia térmica pelo biogás.

Considerações finais

Os resíduos da agroindústria e da agropecuária possuem grande potencial para a geração de energia térmica e elétrica, possibilitando gerar mais recursos dentro da cadeia produtiva, fomentando o desenvolvimento do setor de processamento de resíduos de frigoríficos e transformando material altamente poluente em insumo para geração de energias renováveis.

Referências

- BELLAVER, C. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Apinco, 2004. p. 21.
- BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e aves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 20., Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2005. 16 p.
- BONAZZI, G. **Manuale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici** Reggio Emilia: Centro de Ricerche Produzioni Animali – CRPA, 2001. 320 p. Edizioni L'Informatore Agrario.
- CENTRO PARA A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Guia técnico de biogás**. Amadora, Portugal: AGEEN – Agência para a Energia, 2000. 117 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Livestock Sector Brief - Brazil**, Roma: FAO, July, 2005a. 15 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Responding to the “Livestock Revolution” – the case for livestock public policies. **Livestock Policy Brief**, Roma, n. 1, 2005b. 4 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS–FAO. **Global Livestock Production and Health Atlas** Roma: FAO 2005c. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/aga/glipha/index.jsp>>. Acesso em: 15 abr. 2006.
- GUYOT, G. **Climatologie de l'environnement** : de la plante aux écosystemes. Paris: Ed. Masson, 1997. 505 p.
- LEONARD, C. **Animal fat could be spark for biodiesel** Herald Tribune. Dexter, Jan. 7, 2007. Disponível em: <<http://www.heraldtribune.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20070107/BUSINESS/70107037>> Acesso em: 12 abr. 2007.
- KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. **Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos**: influência da temperatura ambiente. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 5 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 416).
- LA FARGE, B. de. **Le biogaz**: procédés de fermentation méthanique. Paris: Masson, 1995. 237 p.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P.A.V. de. **Tecnologia para o manejo de resíduos na produção de suínos** manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. Cap. 4, p. 43-55.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. **Projeto de biodigestores e estimativa de produção de biogás em sistema de produção**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 8 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 417).
- POUCHE, P.; COUDURE, R.; MARCATO, C. E. Intéret de la-codigestion pour la valorisation dès lisiers et le traitement de déchets fermenteschibles a l'échelle d'un territoire. **Journées Recherche Porcine**, Paris, FR, v. 37, p. 39-44, 2005.

SANTOS FILHO, J. I.; CANEVER, M. D.; SANTOS, N. A.; SOUZA, I. S.; VIEIRA, L. F. Análise da competitividade da agroindústria brasileira: O *cluster* suinícola de Santa Catarina.

In: HADAD, P. (Org.). **A competitividade brasileira do agronegócio e o desenvolvimento regional no Brasil**: estudos de cluster. 1 ed. Brasília: CNPq/Embrapa, 1999, p. 125-180.

SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHNOW, L. I. Animal-bases agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: options for the future. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 194-209, mar./apr. 2006.

SPEEDY, A. W. Global production and consumption of animal source foods. **The Journal of Nutrition**, 133, nov. 2003, p. 4048-4053.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C.; BRUM, P. A. R. de; COLDEBELLA, A.; SCHEUERMANN, G. N.; CUNHA JUNIOR, A; AJALA, L. C. Flotado de efluentes de frigorífico de suínos e de aves. 1. Composição química para usos comerciais alternativos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006. 1 CD-ROM.

USDA. United States Department of Agriculture. Fevereiro de 2007. Disponível em: <www.usda.gov>

Literatura recomendada

BIODIESELBR, A. **Tendência para o sebo bovino**. Análise da Semana, 23 de março de 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 10 abr. 2007.

Parte 9

Florestas cultivadas

Foto: Paulo Eduardo Teles dos Santos



Capítulo 1

Eucalipto

José Elidney Pinto Júnior
Rubens Cristiano Damas Garlipp

Espécies do gênero *Eucalyptus* são originárias da Austrália e regiões próximas, como Timor, Indonésia, Papua Nova Guiné, Molucas, Irian Jaya e sul das Filipinas, mas confinadas predominantemente ao continente australiano, na faixa latitudinal entre 9°N e 45°S, encontrando-se amplamente distribuídas entre as altitudes de 30 m a 2 mil metros (ELDRIDGE et al., 1994). As florestas australianas são dominadas por eucaliptos, em que mais de 720 espécies são reconhecidas, das quais aproximadamente uma centena é utilizada em produtos da madeira (WAUGH, 1998).

Uma ou mais espécies de eucalipto são cultivadas em muitos países, mas são poucas as plantadas comercialmente. Provavelmente, não mais de 20 espécies e algumas poucas resultantes da hibridação interespecífica vêm sendo utilizadas, em escala comercial, em 80 países da Ásia, África, Américas (Central, do Norte e do Sul), Europa, alguns países do Mediterrâneo e algumas ilhas do Oceano Pacífico, compreendidos entre as latitudes de 40° N e 45° S (FLYNN, 1999). Nesses países, a produtividade do eucalipto é altamente variável em virtude das condições ambientais, da espécie utilizada, origem ou procedência do propágulo vegetal e seu grau de melhoramento, tipo de manejo e controle dos fatores do meio.

Desde o uso inicial da madeira de eucalipto para a produção de celulose e papel, ocorrido na Europa por volta de 1919, muitas espécies vêm ganhando crescente importância econômica e se tornando mundialmente expressivas. Uma substancial parte da celulose de espécies folhosas usadas na fabricação de papel para impressão e escrita é oriunda de plantações de eucalipto feitas pelos maiores produtores mundiais, principalmente, Brasil, Índia, África do Sul, Portugal, Angola, Espanha, China, França e Japão. A tendência do comércio internacional de celulose de eucalipto continua motivando o estabelecimento crescente de plantações no mundo. O uso da madeira de eucalipto para energia industrial também tem sido crescente em diversos países como consequência da primeira crise mundial do petróleo.

Estatísticas de 1985 indicavam que a área cultivada com eucaliptos no mundo era superior a 6 milhões de hectares (ELDRIDGE et al., 1994). Davidson (1998) forneceu uma estimativa de 13,6 milhões de hectares plantados em todo o mundo com o gênero, mas ressaltando que plantações com o propósito indus-

trial deveriam totalizar, naquela época, apenas metade do total apresentado, sendo o restante da área relativo a plantações não comerciais para a produção de lenha. Dados de estimativas da área mundial plantada com eucaliptos também foram confirmados por Flynn (1999) e Silva (2004), ressaltando que, dos quase 100 países com programas de reflorestamento no mundo, somente 58 deles o fazem em grande escala. No Brasil, atualmente, as plantações com propósito industrial somam, aproximadamente, 3,5 milhões de hectares, de um total aproximado de 5,6 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Espírito Santo os principais estados produtores.

Nos reflorestamentos brasileiros, espécies de eucaliptos têm sido preferencialmente utilizadas por causa do seu rápido crescimento, capacidade de adaptação às diversas regiões ecológicas e pelo potencial econômico de utilização da sua madeira. Dentre as principais espécies utilizadas, *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e seus híbridos interespecíficos (Fig. 1), principalmente com a espécie *E. urophylla* S. T. Blake, continuam sendo as mais importantes, em face do seu uso intensivo e crescente nos segmentos industriais e, mais recentemente, para a produção de madeira serrada.

O emprego industrial da madeira de eucaliptos tem sido crescente, com plantações estabelecidas em mais de 500 municípios brasileiros, principalmente, para a produção de celulose, papel, lenha e carvão vegetal destinados às siderurgias, como forma alternativa de substituição do carvão mineral. Também, prestam-se adequadamente à fabricação de lâminas e compensados de madeira e painéis de madeira reconstituída, tais como as chapas de fibras, os aglomerados de madeira, MDF (fibras de média densidade) e OSB (painel de partículas orientadas), além de madeira serrada.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 1. Pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis*, em formação (2 anos de idade), estabelecido em São Carlos, Estado de São Paulo.

O surgimento dos eucaliptos no Brasil

Há controvérsias a respeito da data exata da primeira introdução dos eucaliptos no Brasil. Segundo Edmundo Navarro de Andrade, considerado o pai da eucaliptocultura brasileira, a princípio, tinha-se como certo que os primeiros exemplares haviam sido plantados no Rio Grande do Sul, em 1868, por Frederico de Albuquerque, e, no fim desse mesmo ano, Pereira da Cunha havia plantado alguns exemplares na Quinta da Boa Vista, nas proximidades do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Entretanto, conforme relata Andrade (1939), um exemplar de *Eucalyptus globulus* Labill. teria sido documentalmente plantado no município de Amparo, em São Paulo, entre os anos de 1861 e 1863, pelo vigário José Honório da Silva e, portanto, com data mais antiga que aquela anteriormente suposta. Entre os anos de 1824 a 1829, por sua vez, o Frei Leandro do Sacramento teria plantado e catalogado dois exemplares de *E. gigantea* Hook. f., no Museu Botânico do Rio de Janeiro, de acordo com Andrade (1939). Com referência ainda ao plantio isolado de exemplares de eucaliptos no Brasil, por outra parte, conforme relatam Ferreira e Santos (1997), os mais antigos foram feitos com as espécies *E. robusta* Smith e *E. tereticornis* Smith, pelo imperador dom Pedro I, também no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825. Praticamente, até o início do século 20, o eucalipto foi plantado primordialmente como árvore decorativa ou como quebra-ventos, pelo seu extraordinário desenvolvimento ou por supostas propriedades sanitárias.

Ferreira (1989) afirma, entretanto, que os primeiros plantios ocorreram de fato em 1868, no Rio Grande do Sul, mas por iniciativa de Joaquim Francisco de Assis Brasil, um dos primeiros brasileiros a demonstrar interesse pelo gênero. Deve-se à ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro, contudo, a sistematização do cultivo dos eucaliptos e a série enorme de experiências, com base técnicas e científicas, desenvolvidas por Edmundo Navarro de Andrade, a partir de 1903.

A fase inicial da eucaliptocultura brasileira: de 1900 a 1966

A experimentação pioneira iniciada por Edmundo Navarro de Andrade, a partir de 1904, no Horto Florestal de Jundiaí, no Estado de São Paulo, caracterizada pelos estudos comparativos de crescimento de espécies nativas

e exóticas, em plantios homogêneos, foi fundamentalmente importante para comprovar o potencial de crescimento dos eucaliptos. Os resultados animadores obtidos dessa experimentação encorajaram Edmundo, em 1910, a estabelecer a primeira grande coleção de espécies de eucaliptos, no novo Horto de Rio Claro, em São Paulo. Em 1919, essa coleção experimental comportava cerca de 123 espécies, a qual foi se expandindo gradativamente no decorrer dos anos.

Nessa fase pioneira dos estudos com eucaliptos, merece destaque também a atuação do Instituto Florestal de São Paulo (IFSP), atualmente vinculado à Secretaria do Meio Ambiente. O instituto iniciava suas atividades com a denominação de Serviço Florestal, a partir de 1911, com atribuições de pesquisa da flora lenhosa e introdução de espécies exóticas (GALVÃO, 1982). Em 1964, o IFSP estabeleceu intenso programa de seleção de árvores superiores e iniciou programa de certificação de sementes, assumindo as pesquisas desenvolvidas pela ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro.

A partir de 1925, os estudos desenvolvidos por Edmundo Navarro de Andrade, em Rio Claro, São Paulo, demonstravam a sua preocupação com o uso alternativo dos eucaliptos, embora a meta principal da ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro fosse a produção de lenha para as locomotivas e madeira para dormentes. Com o aumento da demanda de madeira, hortos florestais foram sistematicamente criados e ampliados, tendo-se em vista a necessidade de garantir o prioritário suprimento de madeira proveniente sempre de fontes próximas às vias férreas. Em 1941, decorrente das necessidades de expansão da eucaliptocultura, conduzida pela ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro, o Estado de São Paulo comportava, aproximadamente, 24 milhões de árvores plantadas. Em 1960, com cerca de 46,5 milhões de árvores plantadas, a eucaliptocultura paulista tornava-se referencial para os outros estados brasileiros, principalmente Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (ANDRADE, 1939).

Resultados de rendimentos de madeira obtidos de plantações de eucaliptos crescendo em Rio Claro, em escala comercial e explorados regularmente, são relatados por Andrade (1939) pela primeira vez, mostrando as espécies de maior potencial produtivo: *E. saligna* Smith, *E. punctata* D. C., *E. tereticornis*, *E. botryoides* Smith, *E. viminalis* Labill., *E. robusta* Smith, *E. alba* Reinw. ex Blume, *E. grandis*, *E. paniculata* Smith, *Corymbia citriodora* (Hook) Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook), *Corymbia maculata* (Hook.) Hill & Johnson (*Eucalyptus maculata* Hook), *E. camaldulensis* Dehnh., *E. pilularis* Smith, *E. propinqua* H. Deane & Maiden, *E. microcorys* F. Muell., *E. triantha* Link.

A experimentação com eucaliptos, desenvolvida por Edmundo Navarro de Andrade e, posteriormente, pelo seu sucessor Armando Navarro Sampaio, a

partir de 1941, não se restringiu apenas à seleção de melhores espécies, mas também englobou importantes estudos de espaçamento de plantio, tratos culturais (desbaste e desrama), proteção florestal (insetos, pragas e incêndios), viveiros e produção de mudas. Também foram contemplados os estudos de fenologia do florescimento, técnicas de polinização e até hibridação interespecífica, ressaltando a importância desses assuntos já naquela época. Os aspectos de clima e de solo também foram considerados nesses estudos como principais fatores condicionando a adaptação de espécies e escolha de origens de sementes, destacando a conveniência de se estabelecer zoneamentos bioclimáticos para a eucaliptocultura paulista. Complementarmente, os estudos abordaram aspectos da colheita florestal, processamento da madeira considerando seus diversos usos (lenha, carvão, dormentes, postes, vigas, celulose, papel, óleos essenciais e outros), além da investigação das propriedades físicas e mecânicas da madeira.

Graças à elevada capacidade engenhosa e ao espírito empreendedor de Edmundo Navarro de Andrade, a silvicultura intensiva dos eucaliptos no Brasil pôde estruturar-se de forma robusta, garantindo condições para alta competitividade e perspectivas crescentes de progresso futuro.

Até 1966, havia sido plantados somente 470 mil hectares de eucaliptos em todo o Brasil, dos quais 80 % se concentrava em São Paulo. Na década de 1950, segundo Barrichello (1995), foi que se cogitou sobre o uso dos eucaliptos em escala, como matéria-prima para produção de celulose e chapas. Nessa época, a atividade florestal brasileira passou a mostrar contornos mais definidos e a exigir estudos visando ao aumento da produtividade e à melhoria da qualidade da matéria-prima.

A área com florestas cultivadas até 1966 era, contudo, insuficiente para atender ao emergente programa de industrialização pretendido. Havia a necessidade, portanto, do estabelecimento de diretrizes que contemplassem os segmentos de base florestal. Nos últimos 40 anos, diversos mecanismos e inovações nas esferas políticas, institucionais e científicas possibilitaram o aumento da área plantada e da produtividade das florestas cultivadas.

Foram determinantes para isso, por exemplo, a edição do Código Florestal, em 1965, e a promulgação da Lei dos Incentivos Fiscais, que perdurou de 1966 a 1987, com os recursos recolhidos ao Fundo de Investimento Setorial (Fiset) para reflorestamento e aplicados mediante a aprovação de projetos apresentados ao ex-Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). A partir desse momento, até 1983, a área plantada, predominantemente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, totalizou 5,3 milhões de hectares, com investimentos da ordem de US\$ 2,7 bilhões, que

resultaram na geração de 400 mil empregos diretos. Os estados que mais usufruíram desses recursos foram Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul. E, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), com base na destinação dos produtos indicada nos projetos, a distribuição das áreas reflorestadas por setor, em milhões de hectares, foi siderurgia a carvão vegetal, 1,64 (31 %); papel e celulose, 1,60 (30 %); madeira processada mecanicamente, 0,85 (16 %); frutíferas e palmáceas, 0,60 (11 %); e outros fins, 0,61 (12 %). As significativas taxas de crescimento das plantações florestais obtidas durante o período dos incentivos fiscais, sem dúvida, favoreceram a pesquisa florestal, o ensino, o surgimento de inovações tecnológicas e a produção industrial, promovendo o desenvolvimento socioeconômico do País. Com o término dos incentivos fiscais, as empresas passaram a arcar com os custos de seus reflorestamentos ou com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com prazos inadequados de financiamento, mesmo para as espécies de rápido crescimento, pagando juros incompatíveis com a atividade e sujeitando-se a níveis de garantias e carências que agiram como desestímulo à atividade. Como consequência, houve decréscimo da área plantada, acentuadamente no período de 1987 a 1995.

A Sociedade Brasileira de Silvicultura, criada em meados da década de 1950, iniciou importante trabalho de congregação dos diversos segmentos do setor florestal existentes, ou mesmo de pessoas físicas, dedicados à formação, recomposição e utilização sustentável das florestas, prestando enorme serviço ao País. Desde então, vem contribuindo significativamente para o aprimoramento da legislação florestal brasileira e auxiliando na elaboração de planos e programas florestais, em parceria com órgãos do poder público e a iniciativa privada, colaborando, até mesmo, com a difusão de tecnologias de preservação dos recursos naturais renováveis e defesa do meio ambiente.

A necessidade de crescer e de compatibilizar os meios apropriados

A eucaliptocultura brasileira encontrou bases sólidas para o seu desenvolvimento, inicialmente motivada pelo potencial de uso da madeira de algumas espécies como fonte de biomassa para combustível (lenha, principalmente) e pelo sucesso de seu apropriado emprego como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel. Excetuando-se usos como postes, dormentes, estacas e mourões, a madeira de eucaliptos mostrava, nessa época, sérias restrições de usos mais nobres, como serraria e móveis, por causa dos

defeitos de rachaduras e de empenamentos comumente apresentados. O uso da madeira oriunda de florestas plantadas como fonte de matéria-prima para tais finalidades, entretanto, começava a ser visto como medida racional e vantajosa do ponto de vista econômico e ecológico, pois se estaria poupando muitas florestas naturais do corte inevitável ao abastecimento dos centros consumidores. Adicionalmente, a crescente demanda de madeira para o atendimento dos diversos setores produtivos era preocupante nessa época.

Além do mencionado Programa de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento, a eucaliptocultura pode consolidar-se graças, também, ao Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), criado pelo governo federal da época. Esse plano privilegiava os setores siderúrgico e de celulose e papel, que beneficiou tanto o mercado interno como externo. A expansão da eucaliptocultura, contudo, demandaria a ampliação do conhecimento e de novas tecnologias.

O crescimento da área reflorestada nas décadas de 1960 e 1970 foi acompanhado da criação de cursos de engenharia florestal, em diversas universidades, tais como a Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal da Amazônia (Ufam). O período também foi notabilizado por forte integração das universidades com as indústrias de base florestal, promovida com o apoio de instituições de pesquisas, ambas empenhadas na solução de problemas comuns e buscando a racionalização dos recursos para tais fins. O surgimento de cursos de pós-graduação em engenharia florestal e áreas afins contribuíram sobremaneira para a formação de profissionais da área de silvicultura e de tecnologia da madeira, disponibilizando-os para o promissor mercado de trabalho.

Nesse período, também motivados pelos programas de incentivos fiscais aos reflorestamentos, surgiram e consolidaram-se instituições de pesquisas florestais vinculadas às universidades, como o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais da USP, a Sociedade de Investigações Florestais da UFV, a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná da UFPR, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), via Embrapa Florestas, e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.

Ainda nas décadas de 1960 e 1970, a verticalização da pesquisa florestal nas empresas privadas, com a estruturação sistemática de departamentos especialmente criados para o controle e o acompanhamento da experimentação instalada, veio consolidar os esforços da pesquisa florestal desenvolvida pelas universidades e instituições públicas e privadas. Profissionais de diversas

áreas da ciência florestal foram contratados pelas empresas privadas para conduzir programas cooperativos de pesquisa florestal de acordo com metas comuns preestabelecidas e orientação de universidades ou instituições de pesquisa. Com a formação de expertises, as empresas privadas estruturaram seus programas de pesquisa florestal e a adoção estratégica do bem-sucedido processo de integração floresta-indústria passou a desempenhar papel fundamental na evolução e na otimização dos processos produtivos. Com grande êxito, os programas de cooperação mútua atenderam às demandas emergentes de pesquisas, induziram e incrementaram a geração de estudos e de programas temáticos. Esse modelo de programa cooperativo, inovador na época de sua concepção, ainda continua representando importante vetor de modernização tecnológica. A universidade beneficia-se pelo contato mais estreito com a realidade empresarial, recebendo apoio material e financeiro e a empresa, por sua vez, tem acesso, direciona e prioriza as pesquisas acadêmicas realizadas.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), com sua marcante presença em todas as etapas da história contemporânea brasileira, tem atuado na pesquisa, primordialmente, visando ao aprimoramento dos processos de industrialização, de maneira geral. Na área de tecnologia da madeira, o período de 1934 a 1946 foi dedicado ao desenvolvimento de contraplacados e outros produtos da madeira, que tiveram larga utilização industrial. As pesquisas com eucaliptos tem recaído na área tecnológica, principalmente com respeito à caracterização de matérias-primas, insumos e produtos da indústria celulósica papeleira, desenvolvimento e adaptação de processos industriais, preservação e biodeterioração da madeira, dentre outros testes e ensaios tecnológicos, além da elaboração de normas e especificações pertinentes.

Com grande projeção nacional e internacional, desde a sua criação ocorrida em 1967, a Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP) vem, sistematicamente, agregando relevantes informações da cadeia produtiva respectiva e transmitindo-as aos profissionais do setor, contribuindo grandemente para o avanço industrial.

A criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em 1967, incubido da pesquisa florestal no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (Mapa), muito contribuiu para o avanço do setor, mesmo não dispondo da estrutura desejada para realizá-la a contento na época. Mesmo assim, foi capaz de gerar importantes resultados no curto período de tempo (10 anos) em que essa lhe foi atribuída, tais como os trabalhos de Zoneamento Ecológico para Reflorestamento no Brasil, incluindo os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e a Região Nordeste, por meio de estudos conduzidos pelo

dr. Lamberto Golfari, perito da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e colaboradores, amparados pelo convênio Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), FAO e IBDF, de grande importância para o desenvolvimento da eucaliptocultura. Dentre as valiosas informações contidas nesses documentos, deve-se ressaltar a indicação da potencialidade de espécies ao nível de procedências, até mesmo para experimentação. A importância dessas informações refletiu-se no planejamento da pesquisa regional e nas introduções de materiais genéticos para teste. Tal consideração se tornou relevante em termos de desenvolvimento de pesquisas dessa natureza, uma vez que a maioria dos ensaios de introdução de eucalipto no Brasil, estabelecidos até o fim da década de 1960, testou o gênero apenas no âmbito de espécies. Os estudos de procedências ou origens de sementes de espécies de eucaliptos, quer introduzidas por instituições de pesquisa, quer introduzidas por empresas florestais privadas, apesar de iniciados ainda na década de 1960, tiveram sua implementação apenas a partir da década de 1970. Grande parte do aumento de produtividade de madeira verificado, chegando até a duplicar em algumas regiões, no fim da década de 1980, deveu-se à correta escolha de espécies, à seleção adequada de procedências de sementes e à utilização de fontes melhoradas de materiais reprodutivos, empregados na eucaliptocultura.

Da mesma forma, o trabalho de avaliação e de indicação de introdução de novas espécies e procedências de sementes de eucaliptos realizado pelo professor Lindsay Dixon Pryor, da Australian National University, em 1969, por solicitação de algumas empresas associadas ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef), foi de grande valia para os programas de melhoramento de eucalipto (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Os estudos de seleção de espécies relativos às procedências de sementes ganharam grande impulso no Brasil após a execução do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepef), iniciado em 1971. Esse projeto resultou de convênio estabelecido entre o Pnud, tendo como órgão executor a FAO, e o governo do Brasil por meio do Mapa, representado pelo ex-IBDF. Para a execução e acompanhamento dessa vasta rede experimental, houve a participação e colaboração de 17 entidades nacionais de pesquisa, ensino e desenvolvimento regional, e de 41 empresas privadas, englobando 10 estados da Federação. É importante registrar que os experimentos com eucaliptos englobaram 83 espécies, 386 procedências e 705 lotes de sementes obtidos da Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Csiro), Austrália, totalizando 106 testes estabelecidos em 46 municípios de 9 estados brasileiros e com a parceria de 34 entidades, cujos resultados foram importantes agentes, subsidiando a eucaliptocultura e o planejamento da pesquisa futura.

Os resultados de testes de seleção e procedências de sementes com material importado, de acordo com Ferreira e Santos (1997), aumentaram a demanda de importação de sementes comerciais da Austrália, Zimbábue e África do Sul. Do período inicial dos incentivos fiscais até 1975, estima-se que foram importadas cerca de 50 toneladas de sementes de eucaliptos, além das 23 toneladas comercializadas pelo Ipef e empresas associadas. Segundo esses mesmos autores, o objetivo básico das empresas florestais passou a ser a produção de sementes das melhores procedências introduzidas e das melhores raças locais existentes. As entidades que trabalhavam com melhoramento genético, incluindo as empresas florestais, intensificaram seus trabalhos visando atender à crescente demanda por sementes melhoradas de eucaliptos, realizaram novas introduções e avançaram os estudos de adaptação de espécies/procedências em relação ao solo e a novas técnicas de manejo.

Os programas cooperativos na área de melhoramento florestal tiveram importante papel para o alcance das metas atuais de produtividade da eucaliptocultura brasileira. Considerado avançado para a época, o primeiro programa de melhoramento genético foi desenvolvido em 1941, por Carlos Arnaldo Krug, do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo, a pedido da ex-Companhia Paulista de Estrada de Ferro. As sementes disponíveis para os plantios até a década de 1960 eram provenientes de parcelas experimentais ou talhões desbastados, sem isolamentos contra pólen indesejáveis e, portanto, com baixa qualidade genética. No conceito atual, essas fontes de sementes teriam qualidade equivalente àquela intermediária entre Área de Coleta de Sementes (ACS) e Área de Produção de Sementes (APS), com plantios geralmente apresentando alta porcentagem de híbridos interespecíficos (FERREIRA; SANTOS, 1997). A maioria das fontes comerciais de sementes de eucaliptos disponíveis nas décadas de 1960 e 1970 estavam hibridadas demais para serem usadas como material básico para a seleção, restringindo seu uso em razão da limitada perspectiva de ganhos de produtividade. Essa séria ameaça para o progresso da eucaliptocultura motivou a reintrodução de material genético básico aos diversos programas cooperativos de conservação genética e de melhoramento conduzidos por diversas entidades públicas e privadas. Dentre os vários métodos aplicados no melhoramento do eucalipto, em ordem cronológica de utilização no Brasil, podem ser citados os seguintes: a) a seleção massal e a seleção entre e dentro de progênies (KAGEYAMA; VENCovsky, 1983); b) o índice de seleção multivariado (RESENDE et al., 1990); c) a seleção entre e dentro de progênies, com equivalência entre unidade de seleção e de recombinação (RESENDE, 1991); d) o índice de seleção univariado, utilizando informações de parentes (BUENO FILHO, 1992; RESENDE; HIGA, 1994; PIRES et al., 1996); e e) o índice de seleção multivariado multifeitos (RESENDE, 1994). Para caracteres

de baixa herdabilidade, o método mais eficiente é o índice multiefeitos univariado ou multivariado, em termos de ganho genético, tamanho efetivo da população, acuidade e diferencial de seleção realizado (RESENDE et al., 1995b). Os procedimentos Melhor Predição Linear (BLP – *Best Linear Prediction*) e Melhor Predição Linear Não-Viciada (Blup – *Best Linear Unbiased Prediction*) também têm sido empregados (RESENDE et al., 1996b). O BLUP e o índice multiefeitos são métodos equivalentes no caso de dados balanceados (RESENDE; FERNANDES, 1999).

Os primeiros Pomares Clonais de Sementes (PCS) de eucaliptos (Fig. 1 a 4), estabelecidos no fim da década de 1960, para atender à demanda crescente de sementes, foram oriundos da propagação de árvores selecionadas, fenotipicamente, das melhores plantações existentes ou de áreas experimentais (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 2. Área de produção de sementes de *Eucalyptus dunnii*, estabelecida em Colombo, Estado do Paraná, com 26 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 3. Área de produção de sementes de *Eucalyptus dunnii*, segunda geração, estabelecida em Ponta Grossa, Estado do Paraná, com 12 anos de idade.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 4. Área de produção de sementes de *Eucalyptus dunnii*, segunda geração, estabelecida em Ponta Grossa, Estado do Paraná, após desbaste das árvores inferiores, com 13 anos de idade.

No início da década de 1970, foram instalados os primeiros testes de progênes e iniciada a reintrodução de germoplasma, de espécies e procedências selecionadas, com base genética apropriada (Fig. 5). As atividades relacionadas com a produção de sementes melhoradas de eucaliptos foram priorizadas nas décadas de 1970 e 1980, principalmente (RODRIGUEZ, 2004).

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 5. Teste combinado de procedências e progênes de *Eucalyptus tereticornis*, estabelecido em Barra do Ribeiro, Estado do Rio Grande do Sul, com 18 anos de idade.

A ocorrência do cancro basal, causado pelo fungo *Cryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges, em plantações de eucaliptos (*E. grandis* e *E. saligna*) no Espírito Santo, na Bahia e em Minas Gerais, principalmente, a partir de 1967, agilizou a introdução e o aperfeiçoamento de técnicas de seleção e de propagação vegetativa de espécies resistentes pelo uso das estimativas de herdabilidade no sentido amplo, visando à obtenção de plantas produtivas, (RODRIGUEZ, 2004). Essa técnica foi empregada, inicialmente, pela empresa Aracruz Florestal, a partir de 1979, com o estabelecimento dos primeiros plantios clonais homogêneos e resistentes ao fungo, tendo-se alcançado altos ganhos de produtividade (FERREIRA; SANTOS, 1997). Além do volume de madeira, a seleção de plantas propagadas vegetativamente passou a considerar caracteres relacionados à qualidade da madeira, proporcionando, à silvicultura clonal do eucalipto, ganhos superiores a 200 % (RODRIGUEZ, 2004). Técnicas de hibridação visando à obtenção de indivíduos resistentes ao cancro basal também foram desenvolvidas nesse período. O híbrido *E. urograndis*, resultado do cruzamento entre *E. urophylla* e *E. grandis* (Fig. 6), pode ser considerado como o caso exemplar que alentou e proporcionou maior ritmo de crescimento e homogeneidade das plantações iniciadas, timidamente, na década de 1980, mas cuja clonagem em larga escala pode ser verificada na década de 1990.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 6. Plantio comercial clonal do híbrido *E. urograndis* (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), estabelecido em Açailândia, Estado do Maranhão, com 6 anos de idade.

Apesar dos esforços empregados na década de 1990, constata-se que os níveis de acréscimo da produtividade não foram tão significativos quanto os das décadas de 1970 e 1980 (FERREIRA; SANTOS, 1997). Segundo Rodriguez (2004), além da consideração dos caracteres quantitativos e qualitativos da madeira, três importantes aspectos podem ser citados, que têm contribuído para a otimização dos resultados obtidos nos programas de melhoramento florestal nos últimos dez anos: a) o uso de programas computacionais para a análise de dados experimentais e seleção genética de árvores; b) a visão holística decorrente da participação de diferentes especialistas na definição de estratégias de melhoramento; e c) a integração das áreas de manejo e melhoramento no desenvolvimento multidisciplinar da pesquisa.

A melhoria dos sistemas de produção de mudas, aliada ao preparo intensivo dos solos e a adubação no plantio foram também determinantes para o progresso da eucaliptocultura. Na década de 1970, tais tecnologias permitiram elevar a produtividade média anual das plantações de 20 estéreos/ha para 30 estéreos/ha a 40 estéreos/ha (FERREIRA; SANTOS, 1997). Estudos de espaçamento de plantio em virtude da finalidade da plantação e estudos de otimização da idade de corte das plantações e dos custos de produção também foram implementados.

A partir de meados de 1977, a pesquisa florestal desenvolvida no âmbito do Mapa, até então sob a responsabilidade do ex-IBDF, foi delegada à Embrapa, que passou a gerenciar uma rede com 611 experimentos de campo (455 transferidos pelo ex-IBDF), a qual contribuiu grandemente para os trabalhos de zoneamento ecológico para plantios florestais elaborados, pela Embrapa Florestas, para os estados do Paraná e Santa Catarina em meados da década de 1980.

No início da década de 1980, o setor florestal brasileiro, representado por empresas privadas, instituições de pesquisas, universidades e demais órgãos relacionados, identificou a necessidade de coletar-se, na Austrália e na Indonésia, sementes de diversas espécies e procedências de *Eucalyptus*, com base genética apropriada aos programas de melhoramento e conservação, mais indicadas e promissoras para as diversas regiões ecológicas do País. A falta de sementes no mercado e, principalmente, de material genético adequado aos programas de melhoramento dessas espécies era, reconhecidamente, um grande obstáculo ao aumento da produtividade e da qualidade das florestas de eucaliptos. Assim, diversas instituições e empresas privadas envidaram esforços para a coleta de material genético; porém, privilegiando espécies de maior interesse regional ou comercial. O Ipef e algumas de suas empresas associadas, como a Companhia Vale do Rio Doce (Florestas Rio Doce), Aracruz Celulose S.A., Klabin S.A., Suzano Papel e Celulose S.A., Mannesmann S.A. (V&B Tubes) e Riocell (Klabin Riocell),

principalmente, conseguiram obter ou coletar sementes de várias populações de grande interesse. Entretanto, coube à Embrapa um dos maiores esforços na obtenção de materiais genéticos de interesse nacional. A partir de 1984, com recursos do Grupo Banco Mundial e do governo brasileiro, a Embrapa Florestas coletou material genético de 1.666 árvores amostradas em populações de 11 espécies (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. pellita* F. Muell., *E. tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana* F. Muell., *E. pilularis*, *E. viminalis*, *E. deanei* Maiden, *C. maculata*, *E. resinifera* Smith) e 56 procedências de sementes, com o intuito de atender aos anseios e às prioridades das empresas privadas e instituições brasileiras vinculadas à pesquisa e à produção florestal. O programa de coleta dessas sementes tornou-se possível graças ao apoio do Serviço Florestal e da Csiro, ambos vinculados ao governo australiano. Para acelerar o acesso das empresas e instituições brasileiras ao material trazido pela Embrapa, foi concebido um projeto de pesquisa em rede nacional, tendo sido distribuídos lotes de sementes para todos os interessados e sem restrições de uso, desde que reconhecidamente atuassem na área florestal e pudessem cumprir com obrigações fundamentais, como implantar, manter, conduzir e coletar dados dos experimentos, conforme previsto nos contratos de cooperação mútua. Constituinto material genético básico e apropriado para o desenvolvimento de programas de melhoramento e conservação genética *ex situ*, já submetido a vários ciclos de seleção nos últimos 20 anos, vem contribuindo significativamente para o aumento da produtividade da eucaliptocultura em diversas regiões brasileiras.

Nas décadas de 1970 e 1980, foi concebido e implementado, em 1974, o ambicioso Programa Nacional de Papel e Celulose, com aporte de recursos oriundos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que contribuiria para transformar o Brasil, até então importador de papel e celulose, em grande exportador desses produtos. O Programa de Siderurgia a Carvão Vegetal, que visava à substituição do carvão mineral pelo vegetal e à auto-suficiência energética, com base nas florestas plantadas, não teve o mesmo sucesso que o de Celulose e Papel; em parte em razão das resistências do próprio segmento consumidor. As políticas públicas vigentes nas décadas de 1970 e 1980, como vistas até agora, possibilitaram a expansão da base florestal e os segmentos verticalizados dotaram-se de infra-estrutura e de capacidade técnica e organizacional.

De acordo ainda com Ferreira e Santos (1997), no período de 1976 a 1990, foram comercializadas 50 t de sementes de eucaliptos pelo Ipef e empresas associadas, estimando-se que outras 120 t tenham sido importadas. A importação generalizada de sementes originou, segundo esses autores, o plantio de extensas áreas sem nenhum valor silvicultural. Por causa disso, o

IBDF criou, em 1977, a Comissão de Controle de Sementes para disciplinar a importação, fomentar a produção local de sementes de melhor qualidade e assessorar a aplicação de incentivos quando da utilização de sementes certificadas de eucaliptos.

Na década de 1980, com a necessidade de reformar grande parte das áreas reflorestadas com eucaliptos, as preocupações voltaram-se para equacionar novos sistemas de plantio, para a melhoria do aproveitamento de áreas de menor fertilidade natural, a recuperação de áreas degradadas e para a conservação e proteção do solo e dos recursos hídricos. Vários mapeamentos de solos e estudos sobre mato-competição foram realizados nas propriedades florestais. Esses estudos elucidaram questões, como consumo e ciclagem de nutrientes, que permitiram estimar as necessidades reais de adubação e orientar as práticas silviculturais de plantio e de controle do mato invasor. Nessa década, consolidou-se, ainda, o conhecimento sobre os métodos de propagação vegetativa, que potencializou o uso de clones de árvores de elevada produtividade, resistentes a estresses bióticos e abióticos e de qualidade homogênea. Paralelamente, surgiram inovações nos processos de produção de mudas em canteiros suspensos, recipientes reutilizáveis, automação das operações e jardins clonais (Fig. 7).

Em 1987, no Terceiro Levantamento de Pesquisas Florestais em Andamento no Brasil, realizado no âmbito do Programa Nacional de Pesquisa de Florestas (PNPF) conduzido pela Embrapa, foram cadastrados 2.043 projetos de pesquisa, grande parte envolvendo os materiais genéticos de eucaliptos introduzidos a partir de 1976.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Fig. 7. Exploração de plantio comercial clonal de *Eucalyptus grandis*, estabelecido em Barra do Ribeiro, Estado do Rio Grande do Sul, com 7 anos de idade.

O período de 1986 a 1990, conforme Ferreira e Santos (1997), caracterizou-se pelo fim do subsídio ao setor florestal, evidenciando nova fase da eucaliptocultura nacional em que “eficiência” foi a palavra-chave. As pesquisas básicas, segundo esses autores, deixaram de ser prioridade e o enfoque maior passou a ser a “árvore”, como unidade de propagação clonal. As árvores híbridas naturais, espontâneas e sintéticas, passaram a receber toda a atenção, especialmente *E. urograndis* e outros híbridos importantes para a siderurgia, cujo processo usa o carvão vegetal. A estaquia como método de propagação concentra todas as atenções do período.

No início da década de 1990, surge a micropropagação na eucaliptocultura, sendo adotada em escala operacional por algumas empresas florestais brasileiras por meio do uso de técnicas inicialmente desenvolvidas pela empresa francesa Association Forêt Cellulose (Afofel).

A eucaliptocultura baseada na produção clonal intensiva (assexuada) continua sendo prioritária para o desenvolvimento florestal das indústrias de papel e celulose, deixando de lado as estratégias de melhoramento na produção por sementes (sexuada) enfatizada anteriormente. Segundo Ferreira e Santos (1997), as razões para a descontinuidade desses programas foi a necessidade de reengenharia, contenção de despesas, rotatividade e aposentadoria de profissionais. Dessa forma, o futuro de tais programas dependeria de possibilidades de financiamentos e de incentivos ao setor, evolução dos usos múltiplos da madeira, avanços da legislação ambiental e do sistema de certificação florestal, além do fomento florestal atendendo amplamente todos os beneficiários.

O foco da política florestal, na década de 1990, voltou-se para os aspectos conservacionistas. A *Conferência Rio-92* foi marco importante na medida em que o setor de florestas cultivadas incorporou os preceitos de desenvolvimento sustentável preconizados na Agenda 21. No ano 2000, foi criado o Programa Nacional de Florestas, com meta anual de se plantar 500 mil hectares, dos quais um terço deveria ser feito por pequenos e médios produtores rurais, agora com linhas de crédito específicas. Em 2005 foram plantadas, incluindo reformas, 553 mil hectares de florestas.

Ainda na década de 1990, o Brasil passou da condição de importador a exportador líquido de produtos florestais. A indústria florestal expandiu-se expressivamente, representada por produtos diversificados, como celulose e papel, carvão vegetal para siderurgia, painéis reconstituídos, madeira sólida, móveis, lenha, cosméticos, resinas e óleos essenciais. A cadeia produtiva de florestas cultivadas passou a ocupar lugar estratégico na economia do País, gerando 670 mil empregos diretos e 1,6 milhão de empregos indiretos,

consumindo, anualmente, 150 milhões de metros cúbicos de madeira. Aproximadamente, 70 % de toda a economia florestal dependia, exclusivamente das florestas cultivadas. Isso significa 3 % (US\$ 19 bilhões) do Produto Interno Bruto (PIB) nacional; participação de 4 % (US\$ 4,7 bilhões) nas exportações totais brasileiras e geração de 8 % do superávit comercial (US\$ 3,8 bilhões).

A ampla rede experimental instalada com eucaliptos no século passado permitiu que o País alcançasse patamar tecnológico capaz de dar sustentabilidade aos empreendimentos baseados em florestas cultivadas. Nos últimos 40 anos, foram investidos significativos milhões de dólares em experimentação e desenvolvimento tecnológico. Há mais de 7 mil hectares experimentais com ensaios cadastrados e monitorados por muitos pesquisadores. O Brasil possui a maior coleção *ex situ* de germoplasma de eucaliptos. Esse esforço conjunto possibilitou aumentos expressivos na produtividade quantitativa e qualitativa das florestas cultivadas. No caso dos eucaliptos, passou-se de 15 m³/ha·ano, em 1965, para valores atuais de 40 m³/ha·ano a 55 m³/ha·ano. Há casos de plantações cujos rendimentos em madeira chegam a alcançar 60 m³/ha·ano ou até mais. O uso múltiplo de eucalipto com maior valor agregado e as melhorias tecnológicas da madeira permitiu obter ganhos adicionais nos processos industriais. São avanços que, ao lado das condições favoráveis de clima, solo, disponibilidade de mão-de-obra e de terras, traduzem-se em vantagens em relação a outros países tradicionalmente produtores e fornecedores de produtos florestais.

O uso da hibridação interespecífica e da clonagem em escala comercial na década de 1990 aceleraram a obtenção de ganhos genéticos, proporcionando significativos aumentos de produtividade e de qualidade do produto industrial (Fig. 8). A perspectiva de uso múltiplo e a introdução de sistemas de mecanização da colheita em maior escala exigiram novas respostas técnico-científicas. A mecanização passou a levar em conta o impacto reduzido sobre o solo e a otimização do processamento da madeira. Uma nova ordem de demandas pela conservação da biodiversidade e da sustentabilidade dos ecossistemas deu origem aos procedimentos de cultivo mínimo, controle biológico de pragas e doenças, plantios em mosaicos e adoção da microbacia como unidade de planejamento. O manejo da produção florestal passou a contar com ferramentas preditivas e com modelos matemáticos de simulação como, por exemplo, o SisPinus e o Siseucalyptus, desenvolvidos pela Embrapa Florestas. O setor foi pioneiro na utilização da geotecnologia. A busca por eficiência competitiva, a necessidade de dados confiáveis para decisões estratégicas e as características inerentes da atividade criaram condições para o desenvolvimento do setor. Atualização da base cartográfica, mapeamentos temáticos e análises espaciais tiveram avanços significativos na utilização de ferramentas de posicionamento e navegação por satélite,

Foto: Eucatex S.A. Indústria e Comércio



Fig. 8. Jardim clonal: em 2 mil m², é possível produzir mudas para plantar 10 mil ha de eucalipto.

sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas para orientar o manejo florestal sustentável. A gestão de informações florestais evoluiu com as mudanças de tecnologia em sistemas de banco de dados relativos às condições locais de topografia, relevo e solo, produção, inventário florestal, infra-estrutura, variáveis ambientais, proteção florestal e logística de transporte.

A consolidação da eucaliptocultura perante os desafios futuros

Na década atual, modelos ecofisiológicos constituem pesquisas inovadoras, de modo que possa integrar a função produtiva das florestas cultivadas à capacidade de suporte do meio ambiente. Produtividade potencial e sustentabilidade passam a ser relacionadas com os recursos naturais, com base em processos fisiológicos e biofísicos. A fertilidade do solo é monitorada em função do clima, manejo e material genético. O monitoramento das microbacias hidrográficas permite empregar técnicas apropriadas de gestão. E a manutenção e o enriquecimento de áreas de preservação permanente, reservas legais e o estabelecimento de corredores ecológicos são técnicas implementadas que favorecem a conservação da biodiversidade, a integridade dos recursos abióticos e, conseqüentemente, a sustentabilidade das florestas cultivadas.

Pesquisas com aplicação de biosólidos, cuja produção é crescente no Brasil, em florestas cultivadas, estão em andamento e os resultados iniciais indicam

seu potencial como insumo para adubação das plantações florestais, com reflexos positivos para o aumento da produtividade.

No campo de avaliação da qualidade da madeira, a técnica *Near-Infrared Analysis* (NIR) tem sido adotada pelas empresas visando avaliar e selecionar árvores segundo a densidade básica e os componentes químicos da madeira. Por outra parte, a densitometria de raio X é ainda pouco utilizada no Brasil, porém, vem revelando-se como importante ferramenta para avaliar a sustentabilidade da produção florestal. A técnica permite expressar a variação radial da densidade pontual da madeira, tornando possível mensurar e avaliar alterações provocadas, por exemplo, por ataques de pragas, doenças, geadas e déficit hídrico. Seus resultados permitem relacionar o estado da nutrição mineral, irrigação e qualidade da madeira, vis-a-vis idade, taxa de crescimento e fixação de carbono no lenho.

Outrossim, com o crescimento do fomento ao plantio de florestas comerciais pelos produtores rurais independentes, novos modelos de produção estão concretizando-se. Sistemas agroflorestais vêm sendo estudados por instituições de pesquisas, estimulados por empresas florestais e praticados com sucesso em várias situações.

Inovações no melhoramento genético incluem polinização controlada, híbridos inter e intra-específicos e microestaquia e miniestaquia em larga escala. A biotecnologia, compreendendo a micropropagação, embriogênese somática (em *Pinus*), seleção assistida por marcadores moleculares e genômica (mapeamento, seqüenciamento e estudo da expressão de genes), objetivando matérias-primas com características industriais uniformes e superiores direcionadas para fins específicos, é, hoje, uma realidade. As tecnologias genômicas impulsionam novas perspectivas para a compreensão das relações entre variabilidade genética e diversidade fenotípica e há esperanças de que permitam a seleção precoce de clones-elite para características físico-químicas. No Brasil, há dois projetos visando ao genoma do eucalipto, o *Forests* e o *Genolyptus*; inovadores e com espírito pré-competitivo, representam o posicionamento estratégico do setor. Esses projetos visam à transformação genética do eucalipto e objetivam alterar a composição química da madeira (teor de lignina, celulose), bem como a identificação dos genes envolvidos na resistência a doenças e ao déficit hídrico.

Esse conjunto de inovações no planejamento e na utilização dos recursos edáficos, hídricos biológicos, materiais geneticamente melhorados, insumos e técnicas operacionais tem exigido gestão silvicultural integrada, a qual vem sendo implementada com o apoio da silvicultura de precisão, de modo que possam manter e incrementar os níveis de produtividade e qualidade conquistados.

O alto nível tecnológico alcançado pela silvicultura nacional tem constituído importante diferencial para conferir competitividade aos produtos florestais

brasileiros no mercado internacional. Tecnologia e respeito ao meio ambiente têm sido praticados, reconhecidos e atestados por certificados de manejo florestal sustentável, obtidos pelas empresas do setor.

A sustentabilidade no sentido amplo pode ter enfoques distintos. Por exemplo, a “sustentabilidade do negócio” diz respeito à sua perspectiva de continuidade futura, crescendo ou mantendo participação no mercado. A “sustentabilidade do sítio florestal” é a forma de manter ou aumentar a produtividade da área física por meio do controle ou otimização dos meios que alteram a sua capacidade de produção. A “sustentabilidade ambiental” diz respeito ao uso adequado de práticas preservacionistas e outras medidas que eliminem ou minimizem os impactos ambientais provocados pelas plantações sobre os recursos naturais. A “sustentabilidade social” trata da responsabilidade social referente à conduta da empresa no tratamento dos seres humanos envolvidos no negócio, com implicações na ética, na transparência pública, na abertura ao diálogo e no comportamento.

Nesse contexto, a certificação florestal adotada no Brasil é o comprovante de que o setor está buscando a sustentabilidade, de maneira aberta e transparente. O selo de credibilidade na certificação de uma empresa florestal significa o cumprimento da legislação, que a empresa tem formas de avaliar e de controlar seus impactos ambientais, que é submetida a auditorias externas e possui um programa de melhoria contínua.

A conduta regular praticada com todos esses enfoques conduzirá à sustentabilidade ou ao desenvolvimento sustentável, com fundamentos econômicos (negócio), ambientais (natureza) e sociais (ser humano). O setor florestal requer crescer, competir, vencer no negócio, mas mantendo a sustentabilidade ambiental. Há, no entanto, que buscar o correto ponto de equilíbrio desses enfoques na busca da sustentabilidade, com distribuição equalitária entre os seus alicerces de sustentação. Essa missão cabe a todos envolvidos no processo, empresa privada, governo e sociedade.

Referências

ANDRADE, E. N. de. **O eucalipto**. São Paulo: Chácara e Quintais, 1939, 124 p.

BARRICHELO, L. E. G. O eucalipto no contexto florestal brasileiro. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, v. 5, n. 54, p. 23, 1995.

BUENO FILHO, J. S. S. **Seleção combinada versus seleção seqüencial no melhoramento de populações florestais**. Piracicaba, 1992. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”.

DAVIDSON, J. Domestication and breeding programme for *Eucalyptus* in the Asia-Pacific region. UNDP/FAO Regional project on improved productivity of man-made forests through application of technological advances in tree breeding and propagation (Fortrip), Los Baños, Philippines, January 1998: Ras/91/004, **Field Document**, n. 25, 1998.

- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; WYCK, G. van. **Eucalypt domestication and breeding**. New York: Oxford University Press, 1994. 288 p.
- FERREIRA, C. A. **Nutritional aspects of the management of *Eucalyptus* plantations on porous sandy soils of the Brazilian Cerrado region** Oxford, 1989. 193 p. Tese (Doutorado) - OFI.
- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal de *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. v. 1, p. 14-34.
- FLYNN, R. **Eucalyptus**: Progress in higher value utilization - a global review. R. Flynn & Associates and Economic Forestry Associates (Ed.). Washington, 1999. 212 p.
- GALVÃO, A. P. M. **Programa Nacional de Pesquisa Florestal** Período 1983-1985. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa / Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF / Programa Nacional de Pesquisa Florestal - PNPQ, 1982. 35 p.
- KAGEYAMA, P. Y.; VENCOSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, 1983.
- PIRES, I. E.; CRUZ, C. D.; BORGES, R. C. G.; REGAZZI, A. J. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 20, n. 2, p. 191-97, 1996.
- RESENDE, M. D. V. de. Correções nas expressões do progresso genético em função da amostragem finita dentro de famílias e populações e implicações no melhoramento florestal. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 61-77, 1991.
- RESENDE, M. D. V. de. Seleção precoce no melhoramento genético florestal. In: WORKSHOP SIF/ UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA: Métodos de Seleção, 1., 1994, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 1994. p. 58-73.
- RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R. Estimativa de parâmetros genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 11-36, 1994.
- RESENDE, M. D. V. de; FERNANDES, J. C. S. Procedimento BLUP (melhor predição linear não viciada) individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 17, p. 89-107, 1999.
- RESENDE, M. D. V. de.; OLIVEIRA, E. B. de.; HIGA, A. R. Utilização de índices de seleção no melhoramento do *Eucalyptus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p. 1-13, 1990.
- RESENDE, M. D. V. de.; ARAUJO, A. J.; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECK, A. S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995b.
- RESENDE, M. D. V. de; PRATES, D. F.; JESUS, A. de; YAMADA, C. K. Melhor predição linear não viciada (BLUP) de valores genéticos no melhoramento de *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 32/33, p. 3-22, 1996b.
- RODRIGUEZ, L. C. E. (Coord.). Melhoramento e conservação genética. In: CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO: diagnóstico, prioridades e modelo de financiamento. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2002. 187 p. **IPEF on line**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/mct>>. 8. Anexos: C Melhoramento e Conservação Genética. Acesso em: 18 de maio de 2004.
- SILVA, J. de C. **Vantagens comparativas e competitivas da madeira de eucalipto 2003**. Disponível em: <<http://www.amda.org.br/downloads/21SILVA.doc>>. Acesso em: 21 maio 2004.
- WAUGH, G. Sawing of young fast-grow eucalypts. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1 e ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1: **Anais...** Belo Horizonte. 1998. p. 69-81.

Capítulo 2

Inovações tecnológicas no cultivo de *Pinus* no Brasil

Jarbas Yukio Shimizu
Antonio José de Araújo

Espécies de *Pinus* vêm sendo cultivadas no Brasil há mais de um século para variadas finalidades. As primeiras introduções de que se tem notícia foram de *Pinus canariensis* Chr. Sm. ex D. C., plantadas no Rio Grande do Sul, nos anos de 1880 (FERREIRA, 2001). A partir daí, várias introduções foram feitas, porém, sem grande êxito, por incluírem espécies de regiões com regimes de temperatura e de precipitação contrastantes com as condições brasileiras. Por exemplo, foram trazidas da Europa espécies, como *P. canariensis*, *P. sylvestris* L., *P. halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait. da Ásia, *P. excelsa* Wall. ex D. Don e *P. longifolia* Roxb. ex Lamb. e, dos Estados Unidos, *P. radiata* D. Don., *P. ponderosa* Dougl. ex Laws. *P. arizonica* Engelm., *P. pungens* Lamb., *P. rigida* Mill., *P. sabiniana* Douglas. ex D. Don e *P. strobus* L. Nos anos de 1930, foram iniciados os primeiros ensaios de introdução de espécies subtropicais, incluindo *P. elliottii* Engelm. e *P. taeda* L., pelo então Serviço Florestal do Estado de São Paulo, atual Instituto Florestal de São Paulo (KRONKA et al., 2005).

Em decorrência do rápido esgotamento das reservas de pinheiro-brasileiro [*Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze], o governo brasileiro lançou, em meados dos anos de 1960, um programa de incentivo fiscal ao reflorestamento com espécies de rápido crescimento, visando assegurar o suprimento de matéria-prima, como carvão vegetal, para as indústrias siderúrgicas, e madeira, para produção de celulose e papel. Nas regiões Sul e Sudeste, onde se iniciaram os plantios comerciais em regime de silvicultura intensiva, as espécies de *Pinus* mais difundidas foram *P. elliottii*, para produção de madeira (Fig.1) e resina (Fig. 2), *P. taeda*, para produção de madeira para as indústrias de celulose (Fig. 3) ou madeira para processamento mecânico (Fig. 4) e, em menor escala, *P. caribaea* Morelet e *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl. Apesar

do grande número de empresas de reflorestamento em atividade no período e da rápida expansão dos plantios, os povoamentos apresentavam baixa qualidade de fuste, com produtividade de apenas 20 m³/ha·ano a 25 m³/ha·ano. Ficou evidente a necessidade de subsídios técnicos, não só para aumentar a produtividade e a qualidade dos povoamentos plantados, mas também para viabilizar a expansão dos plantios por regiões em que não havia tradição em florestas plantadas.

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Fig. 1. *Pinus elliottii* manejado para produção de toras para processamento mecânico.

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Fig. 2. *Pinus elliottii* manejado para produção de resina.

No início dos anos de 1970, o então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), responsável pela avaliação dos projetos de reflorestamento incentivados e pela fiscalização do seu cumprimento, em conformidade com a legislação florestal vigente, criou o Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepef). Esse seria um órgão, dentro da estrutura do IBDF, incumbido de implantar as ações de pesquisa requeridas para gerar subsídios técnicos aos projetos de reflorestamento. Tanto a definição das prioridades

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Fig. 3. *Pinus taeda* manejado para produção de madeira para celulose.

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Fig. 4. *Pinus taeda* manejado para produção de madeira para processamento mecânico.

quanto à estruturação do programa de pesquisas e a formação do corpo técnico foram implantadas mediante convênio com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO).

As principais atividades desenvolvidas pelo Prodepef, abrangendo a cultura do *Pinus*, foram:

- a) Estudos de analogias climáticas para introdução de espécies florestais de rápido crescimento (incluindo *Pinus*).
- b) Estudo da influência do espaçamento inicial e dos desbastes sobre a forma das árvores em plantios de *Pinus*.
- c) Estudos sobre o efeito da poda no crescimento de *Pinus*.
- d) Estabelecimento de rede de experimentos para testar a adaptabilidade e a produtividade de espécies de *Pinus* subtropicais de várias procedências geográficas do sul dos Estados Unidos da América (Tabela 1) e tropicais da América Central e das ilhas do Caribe, plantados em vários locais no Brasil (Tabela 2).

Tabela 1. Espécies e procedências de *Pinus* subtropicais plantadas experimentalmente no Sul e Sudeste do Brasil pelo Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepef).

Espécies e variedades	Origens geográficas
<i>Pinus glabra</i> Walter	Berkeley, Carolina do Sul George, Mississippi Jones, Mississippi Washington, Louisiana
<i>Pinus echinata</i> Mill.	Buckingham, Virgínia Franklin, Pennsylvania Greene, Georgia Henderson, Tennessee Logan, Arkansas Scott, Mississippi Stone, Mississippi Twiggs, Georgia
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	Allen, Louisiana Bay, Flórida Berkeley, Carolina do Sul Calhoun, Flórida Columbia, Flórida Covington, Mississippi

Continua...

Tabela 1. Continuação

Espécies e variedades	Origens geográficas
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	Dooly, Georgia Flagler, Flórida Hampton, Carolina do Sul Harrison, Mississippi Levy, Flórida
<i>Pinus palustris</i> Mill.	Angelina, Texas Calhoun, Flórida Cartret, Carolina do Norte Clay, Alabama Dooly, Georgia Florence, Carolina do Sul Harrison, Mississippi Liberty, Flórida Nansemond, Virgínia Vernon, Louisiana
<i>Pinus taeda</i>	Angelina, Texas Berkeley, Carolina do Sul Caucasien, Louisiana Charleston, Carolina do Sul Chickasaw, Mississippi Durham, Carolina do Norte Forrest, Mississippi Greene, Georgia Harrison, Mississippi Jackson, Flórida Jones, Carolina do Norte Jones, Georgia Kent, Maryland Kershaw, Carolina do Sul Livingston, Louisiana Marion, Flórida Nagadoches, Texas Nottoway, Virginia Oglethorp, Georgia Pasquotank, Carolina do Norte Perquimans, Carolina do Norte Robeson, Carolina do Norte Scott, Mississippi Stone, Mississippi Talladega, Alabama Washington, Louisiana Worcester, Maryland

Tabela 2. Espécies e procedências de *Pinus* tropicais plantadas experimentalmente no Sul e Sudeste do Brasil pelo Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepf).

Espécies e variedades	Origens geográficas
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Alamicamba, Nicarágua Briones, Honduras Brus Lagoon, Honduras Isla Guanaja, Honduras Poptum, Guatemala Potosí, Honduras Rio Coco, Nicarágua Santa Clara, Nicarágua Santos, Belize
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Palacios, Cuba
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Andros, Bahamas
<i>Pinus oocarpa</i>	Camelias, Nicaragua El Conocaste, Guatemala Lagunilla, Guatemala Maraquito, Honduras Mountain Pine Ridge, Belize Pueblo Caído, Guatemala Yucul, Nicarágua Zamorano, Honduras

- e) Determinação das curvas de índices de sítio para *Pinus*.
- f) Seleção fenotípica em plantios comerciais de *P. elliottii* e *P. taeda* para estabelecer fontes locais de semente melhorada.
- g) Seleção precoce para acelerar o processo de melhoramento genético de *Pinus*.
- h) Levantamento da qualidade da madeira de *Pinus* produzida em plantios comerciais no Sul e Sudeste do Brasil.
- i) Aplicação de método prático para formar áreas de produção de semente de *Pinus*, com vistas a tornar disponível a semente comercial no curto prazo.
- j) Estudo de secagem da madeira de *Pinus elliottii* e *P. taeda* proveniente do primeiro desbaste. Nesse estágio da evolução da pesquisa com *Pinus*, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que vinha atuando na pesquisa agropecuária, iniciou suas atividades na área florestal por meio do Programa Nacional de Pesquisa Florestal, ampliando, assim, o escopo de sua atuação. Inicialmente, mediante convênio com o IBDF,

assumiu a responsabilidade pelas pesquisas florestais no âmbito do governo federal, incorporando os trabalhos realizados Prodepef, dando maior envergadura às linhas de investigação. Dessa forma, mesmo em se tratando de pesquisa com espécies de longa rotação, comparativamente com as culturas agrícolas, os primeiros resultados da pesquisa florestal na Embrapa não tardaram a surgir. Os resultados iniciais mais expressivos foram:

- a) Identificação das espécies de *Pinus* de maior potencial para plantios comerciais nas regiões Sul e Sudeste como sendo *P. taeda* e *P. elliottii* var. *elliottii* e, na região tropical, *P. caribaea* (as três variedades) e *P. oocarpa*.
- b) Confirmou-se que o desempenho dos povoamentos de *P. taeda* é altamente dependente da origem geográfica de suas sementes. As origens de maior produtividade, de maneira generalizada, em plantios no Sul e Sudeste do Brasil, foram identificadas como da planície costeira da Carolina do Sul (Condados de Berkeley e Charleston) e de Mississippi (Condados de Scott e Harrison). Em locais mais frios, como o Planalto Sulino (Serra Gaúcha), destacaram-se, também, as procedências de região mais fria, a exemplo do material oriundo da Geórgia (Condado de Greene) e da Carolina do Norte (Condado de Perquimans) (SHIMIZU; HIGA, 1981).
- c) No caso de *P. elliottii*, ao contrário do *P. taeda*, as variações, em razão da origem geográfica, foram mínimas. Isso facilitou a implementação do programa de melhoramento genético, uma vez que os materiais genéticos de todas as procedências puderam ser tomados como de uma única população original para as seleções individuais.
- d) Delimitação das áreas propícias para o plantio de povoamentos comerciais das principais espécies de *Pinus*:
 - 1) *P. taeda* – região abrangida pelo Planalto Sulino, em altitudes maiores que 500 m, delimitada, ao norte, pela região de transição para o clima tropical.
 - 2) *P. elliottii* var. *elliottii* – toda a Região Sul, incluindo a planície costeira, podendo avançar, ao norte, para a região com clima tropical, desde que a deficiência hídrica no solo não seja acentuada.
 - 3) *P. caribaea* var. *hondurensis* – toda a região tropical.
 - 4) *P. caribaea* var. *caribaea* – toda a região tropical.

- 5) *P. caribaea* var. *bahamensis* – toda a região tropical e subtropical, visto que pode resistir a geadas moderadas.
- 6) *P. oocarpa* – toda a região tropical, podendo avançar um pouco para a região subtropical, mas em altitudes maiores que 500 m.
- e) Na busca de meios mais rápidos e eficientes para se obter ganhos genéticos mediante seleção, foi testada a eficácia da seleção precoce em fase de mudas. Essa técnica mostrou-se, porém, ineficiente, uma vez que a aparente superioridade em tamanho das mudas, embora perdure durante os primeiros anos, tende a desaparecer com o tempo, sugerindo forte efeito materno (SHIMIZU, 1980).
- f) O litoral norte de Santa Catarina se revelou propício à produção de madeira de *P. caribaea*. Nesse ambiente, o seu crescimento é maior do que o de *P. elliottii*, tomado como referência. A var. *caribaea* mostrou-se a menos produtiva dentre as variedades e a var. *bahamensis* revelou crescimento equivalente ao da var. *hondurensis*, produzindo madeira significativamente mais densa do que essa última. Essas informações são vitais para se tomar decisões quanto à espécie e à variedade a ser utilizada em plantios comerciais, dependendo do tipo da matéria-prima desejada.
- g) O estudo da qualidade da madeira de *P. elliottii* produzida em diferentes locais no Sul e Sudeste do Brasil mostrou que sua densidade básica e, portanto, as resistências física e mecânica, diminui à medida que o local de plantio se desloca para o Sul. Isso tem implicação direta na seleção de locais para produção de matéria-prima para uso de madeira sólida.

A partir dos anos de 1980, a Embrapa Florestas acrescentou novas linhas de pesquisa e de desenvolvimento com *Pinus*, enfatizando a introdução e a exploração de maior número de origens geográficas e progênies das espécies potenciais, principalmente das regiões tropicais. Foram instrumentais, nessa fase, a colaboração de instituições internacionais – Oxford Forestry Institute, Agência Dinamarquesa de Desenvolvimento Internacional (Danida) e FAO – e a filiação da Embrapa Florestas à cooperativa Central America and Mexico Conifer Resources Cooperative (Camcore) (DVORAK; DONAHUE, 1992). Como membro dessa cooperativa, a Embrapa obteve sementes de várias espécies, procedências e progênies de *Pinus* tropicais para testes em diversas regiões, em parceria com empresas florestais e outras instituições de pesquisa do gênero. Assim, a gama de opções de espécies para a produção de madeira em povoamentos plantados com *Pinus* e outras coníferas se ampliou, permitindo a definição das espécies e das procedências mais indicadas para

cada local de plantio e para cada tipo de matéria-prima desejado. O papel da Embrapa Florestas nessa temática foi crucial, tendo atuado como principal agente de disseminação dessa tecnologia emergente. Um dos efeitos mais positivos de sua atuação foi a inclusão de espécies não tradicionais nos plantios experimentais e de comprovação nas bases físicas de várias empresas do setor florestal. Com isso, motivou a adoção de espécies até então não tradicionais como alternativas estratégicas. Esse esforço resultou em significativa ampliação da base genética de *Pinus* para dar suporte ao parque industrial madeireiro no Brasil.

Além das espécies tropicais já conhecidas como *P. caribaea* e *P. oocarpa*, foram incluídas outras de grande potencial, como *P. tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry, *P. maximinoi* H. E. Moore, *P. greggii* Engelm. ex Parl., *P. chiapensis* (Mart.) Andresen (Fig. 5), *P. patula* Schiede & Deppe (Fig. 6) e *P. kesiya* Royle ex Gordon. Com essa gama de opções, pode-se dizer que a cultura de *Pinus* no Brasil para produção de madeira em escala comercial pode ser estabelecida sob condições ecológicas adequadas em praticamente todo o território nacional. Ao mesmo tempo, enfatiza-se a grande oportunidade que existe para a expansão da silvicultura intensiva com *Pinus*

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Fig. 5. *Pinus chiapensis* em plantio experimental para produção de madeira destinada ao processamento mecânico.



Fig. 6. *Pinus patula* manejado para produção de madeira para processamento mecânico.

tropicais com espécies como *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *P. kesiya* e *P. tecunumanii*, visando à produção de madeira para fins industriais nas regiões Central e Centro-Oeste. Nas regiões Sul e Sudeste, *P. patula* destacou-se pela alta produtividade de madeira em locais de grande altitude (mais de 900 m, no Sul, e mais de 1.200 m, no Sudeste). A base genética de *Pinus*, formada pelas espécies mais adequadas para cada região ecológica e mantida em parceria com várias empresas e outras instituições de pesquisa florestal constitui, assim, patrimônio genético valioso e estratégico para o contínuo desenvolvimento do setor florestal brasileiro.

Por meio do uso de metodologias desenvolvidas pela Embrapa Florestas, como o programa Selegen-REML/BLUP (RESENDE, 2002) para seleção de matrizes com base nos seus valores genéticos, os programas de melhoramento tornaram-se mais eficientes. Com o uso dessa tecnologia, os povoamentos geneticamente melhorados de *P. taeda* e dos *Pinus* tropicais possibilitam, atualmente, produtividades de 30 a 50 m³/ha·ano, em contraste com apenas 20 m³/ha·ano a 25 m³/ha·ano dos anos de 1970.

A partir da rede de testes de procedências e progênies das diversas espécies estabelecida a partir dos anos de 1980, foram formados povoamentos produtores de semente melhorada em forma de pomares de semente de primeira e de segunda gerações (Tabela 3). Esses pomares constituem, atualmente, fontes de semente disponíveis para o setor florestal e representam importante

patamar de produtividade conquistado. A partir disso, poderão ser lançadas novas metas visando ao contínuo melhoramento genético da produtividade e da qualidade da matéria-prima para cada região ecológica. Nesse sentido, os próximos desafios a serem vencidos consistem em:

- a) Explorar o valor genético total do germoplasma, mediante uso de cruzamentos específicos entre matrizes selecionadas.
- b) Explorar o vigor híbrido interespecífico.
- c) Desenvolver tecnologia de propagação mediante embriogênese somática.
- d) Massificar a propagação vegetativa em biorreatores.
- e) Desenvolver metodologia de seleção assistida por marcadores moleculares.

Tabela 3. Pomares de semente melhorada de *Pinus* estabelecidos pela Embrapa Florestas.

Espécies/ variedades	Locais	Parcerias⁽¹⁾
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Felixlândia, MG Ibaiti, PR	Epamig Valor Florestal, Gestão e Ativos Florestais Ltda. Embrapa Cerrados
	Planaltina, DF Presidente Castelo Branco, PR Vilhena, RO	Gilberto Caetano Embrapa Rondônia
	Barra Velha, SC Vilhena, RO	Comfloresta Embrapa Rondônia
<i>Pinus kesiya</i>	Brasília, DF	Embrapa Transferência de Tecnologia
	Vilhena, RO	Embrapa Rondônia
<i>Pinus tecunumanii</i>	Felixlândia, MG Ibaiti, PR	Epamig Valor Florestal, Gestão e Ativos Florestais Ltda.
	Itapetinga, SP Planaltina, DF Presidente Castelo Branco, PR Vilhena, RO	Instituto Florestal de São Paulo Embrapa Cerrados Gilberto Caetano Embrapa Rondônia
	Angatuba, SP Felixlândia, MG Planaltina, DF	Instituto Florestal de São Paulo Epamig Embrapa Cerrados

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Espécies/ variedades	Locais	Parcerias ⁽¹⁾
<i>Pinus maximinoi</i>	Angatuba, SP Ponta Grossa, PR	Instituto Florestal de São Paulo Embrapa Transferência de Tecnologia
<i>Pinus greggii</i>	Ponta Grossa, PR Campo do Tenente, PR	Embrapa Transferência de Tecnologia Placas do Paraná S.A./ Arauco Forest Brasil S.A.
<i>Pinus patula</i>	Camanducaia, MG Campo do Tenente, PR São Francisco de Paula, RS	Companhia Melhoramentos de São Paulo Placas do Paraná S.A./ Arauco Forest Brasil S.A. Fepagro
<i>Pinus chiapensis</i>	Ibaiti, PR	Valor Florestal, Gestão e Ativos Florestais Ltda.
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	Colombo, PR Ponta Grossa, PR	Embrapa Florestas Embrapa Transferência de Tecnologia

⁽¹⁾ Epamig: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; Fepagro: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária; Comfloresta: Companhia Catarinense de Empreendimentos Florestais.

Referências

- DVORAK, W. S.; DONAHUE, J. K. **Camcore cooperative research review 1980-1992**. Raleigh: North Carolina State University. 1992, 93 p.
- FERREIRA, M. O histórico da introdução de espécies florestais de interesse econômico e o estado de sua conservação no Brasil. In: SHIMIZU, J. Y. **Memórias do workshop sobre conservação e uso de recursos genéticos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 159 p. (Embrapa Florestas, Documentos, 56).
- KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. **A cultura do *Pinus* no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 156 p.
- RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).
- SHIMIZU, J. Y. Seleção fenotípica de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* no viveiro e seus efeitos no crescimento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, Embrapa/Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, n. 1, p. 19-27, 1980.
- SHIMIZU, J. Y.; HIGA, A. R. Variação racial do *Pinus taeda* L. no Sul do Brasil até o sexto ano de idade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, Embrapa/Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, n. 2, p. 1-25, 1981.

Capítulo 3

Outras espécies florestais

Silas Mochiutti
Antonio Rioyei Higa
Rosana Clara Victoria Higa
Augusto Arlindo Simon

Além de *Pinus* e *Eucalyptus*, outras espécies florestais são plantadas em escala comercial e possuem importância no cenário nacional. Entre elas, destacam-se a acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), a seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg] e a teca (*Tectona grandis* L. f.). Acácia e teca apresentam área de influência mais restrita aos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso, respectivamente, enquanto a seringueira apresenta distribuição mais uniforme entre as regiões Norte (ocorrência natural), Sudeste e Nordeste (plantios).

Acácia-negra

Acacia mearnsii De Wild. (família Fabaceae, subfamília Mimosoideae) (Fig. 1) (KANNEGIESSER, 1990), originária do sudoeste da Austrália e da Tasmânia, é distribuída naturalmente entre as latitudes 33°S a 44°S e longitudes 140°L a 151° L, em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.070 m (BOLAND et al., 1984), em zonas climáticas úmida a subúmida, frias a moderadamente quentes, com média de temperatura máxima do mês mais quente entre 21 °C e 29 °C e média mínima entre -3 °C e 7 °C no mês mais frio. A ocorrência de geadas nessa região varia entre uma a dez por ano nas áreas costeiras, chegando até 40 em alguns locais do Planalto. As precipitações anuais ficam entre 450 mm a 1.600 mm, com 15 mm a 75 mm no mês de menor precipitação (BOLAND et al., 1984; SEARLE, 1997).

Evolução da cultura

No Brasil, a acácia-negra é cultivada comercialmente no Rio Grande do Sul. Os primeiros plantios comerciais foram realizados em 1928, no Município de

Foto: Antônio Rioyrei Higa



Fig. 1. Acácia-negra, cultivada comercialmente no Rio Grande do Sul desde 1928.

Estrela, com sementes provenientes da África do Sul, tendo como objetivo a utilização da casca in natura em curtumes. A instalação de indústrias para o processamento de tanino, a partir de 1941, promoveu a expansão da acacicultura na região da Encosta da Serra Geral até o Vale do Jacuí, início da Depressão Central, atingindo, em 1968, aproximadamente 50 mil hectares de área plantada (OLIVEIRA, 1968). Nessa região, predominam pequenas propriedades, com área inferior a 50 ha, que representam 97 % do total de produtores e correspondem a 80 % da área da região (IBGE, CENSO AGROPECUÁRIO 1995-1996).

A partir da década de 1970, verificou-se a expansão das plantações em direção ao sul do estado, atingindo a parte sul da Depressão Central e a Encosta do Sudeste, no período de 1970 a 1990, e a Serra do Sudeste, a partir de 1990. Essas regiões caracterizam-se por maior concentração fundiária, tendo 58 % da área total ocupada por estabelecimentos maiores que 200 ha, que

representam 5 % das propriedades rurais (IBGE, CENSO AGROPECUÁRIO 1995-1996). Estima-se que são plantados, anualmente, 30 mil hectares com acácia-negra (SIMON, 2005), cuja área total atingiu 156.377 ha em 2005 (ABRAF, 2006).

Até 20 anos atrás, a casca constituiu o principal produto da acacicultura, sendo a madeira utilizada, principalmente, para energia, em virtude de seu alto poder calorífico (KANNEGIESSER, 1990), com as pontas de troncos, galhos e árvores mortas aproveitadas para lenha e produção de carvão. Atualmente, toda a produção de casca ainda é destinada à produção de taninos, a partir do qual são produzidos, também, adesivos para chapas de madeira e floculantes para tratamento de água, além de outros produtos como dispersantes, resinas, quelantes e conservantes (SIMON, 2005). A casca é, portanto, mais um produto, agregando valor à floresta, utilizada pelos produtores para custear as despesas de corte e descascamento da madeira na colheita (Fig. 2). A produção de casca foi de 242 mil toneladas em 2004 (IBGE, 2004).

Foto: Antônio Ríoyei Higa



Fig. 2. A casca da acácia-negra é também comercializada, agregando valor à floresta.

A madeira ganhou espaço no mercado com sua utilização para aglomerados e celulose, tendo grande valorização com a instalação, em 1995, de indústrias processadoras e exportadoras de cavacos. Praticamente toda a madeira produzida com diâmetro acima de seis centímetros é destinada a essas indústrias, constituindo a principal fonte de rendimento dos produtores. Em 2005, as exportações de cavacos de acácia-negra alcançaram 899 mil toneladas (MDIC, 2006).

A acacicultura é uma sólida atividade econômica e tem trazido consideráveis benefícios aos produtores por causa da geração de renda, da redução da jornada de trabalho, do aproveitamento de áreas com uso restrito para agricultura e da integração com outros cultivos agrícolas e com a pecuária (CONTO et al., 1997). Exerce grande importância social, pois, cerca de 60 % das plantações estão em pequenas propriedades (FILGUEIRAS, 1990), beneficiando pelo menos 40 mil famílias em atividades ligadas a seu cultivo no Rio Grande do Sul (STEIN; TONIETTO, 1997).

Plantações de acácia-negra (Fig. 3) apresentam características multifuncionais, pois, além de produção florestal (madeira, lenha e casca), oferecem também serviços ambientais, como a recuperação e a proteção de solos. A acácia-negra é uma eficiente fixadora de nitrogênio, possui capacidade de adaptação a grande variedade de ambientes e habilidade de colonizar áreas que tenham perdido quase todo o solo superficial (KANNEGIESSER, 1990). Apresenta perfil ideal para recuperação de ambientes, pois é uma pioneira de vida curta, cobre rapidamente o terreno, não é invasora agressiva, nem rebrota de cepa ou raiz e não inibe a sucessão local (CARPANEZZI, 1998). A estimativa de fixação de nitrogênio de acácia-negra fica em torno de 200 kg/ha.ano (FRANCO; DÖBEREINER, 1994).

Foto: Antônio Royel Higa



Fig. 3. Plantação de acácia-negra.

Pesquisa com acácia-negra no Brasil

Provavelmente todos os plantios de acácia-negra existentes no Rio Grande do Sul até recentemente tinham, como base genética, os primeiros 30 kg de

sementes introduzidos da África do Sul, em 1928, para estabelecimento do primeiro plantio comercial no estado (MORA, 2002). Ainda hoje, a maior parte das sementes é coletada nos formigueiros existentes dentro ou próximos aos plantios, não havendo, portanto, nenhum controle sobre sua qualidade genética.

Os viveiristas que mais comercializam mudas de acácia-negra (Fig. 4) costumam produzi-las em torrão ou laminado e apenas nas empresas produtoras de tanino se iniciou, recentemente, a produção de mudas em tubetes.

Foto: Antônio Ricyel Higa



Fig. 4. Produção de mudas de acácia-negra.

Um programa de melhoramento genético da acácia-negra vem sendo desenvolvido, desde 1983, pela empresa Tanagro S. A., pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Embrapa Florestas), e pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Nesse programa, são desenvolvidos trabalhos de seleção fenotípica e genética, tendo como base os plantios comerciais e os testes de procedências e progênies com material genético introduzido da Austrália (MORA, 2002).

Os trabalhos de melhoramento foram iniciados no Município de Montenegro, com a instalação da primeira Área de Produção de Sementes (APS) em área de plantio comercial. A seleção fenotípica das árvores foi baseada em crescimento, vigor, forma do fuste e distribuição espacial (MORA, 2002). Posteriormente, foram realizados mais ciclos de seleção fenotípica e, atualmente, as sementes produzidas são de quinta geração. Plantações com essas sementes melhoradas geneticamente apresentam produtividades superiores a 20 % quando comparadas às plantações originadas de sementes de formigueiros.

A maior demanda por madeira da acácia-negra tem levado os produtores a aumentar as áreas de plantio, bem como a reduzir o tempo de colheita, com conseqüências negativas sobre a produtividade e a qualidade da madeira e da casca. Resultados de diversos trabalhos de pesquisas desenvolvidas na região têm demonstrado a possibilidade de aumentar a produtividade por meio do uso de sementes melhoradas geneticamente e práticas silviculturais adequadas. Esse novo sistema de produção tem sido incorporado pela Tanac S.A. e alguns pequenos produtores vinculados a essa empresa. O uso dessas novas tecnologias poderá melhorar a rentabilidade e a competitividade das plantações de acácia-negra em relação a outras culturas agrícolas e pastagens, proporcionando, assim, uso mais adequado da terra sob o ponto de vista ecológico.

Seringueira

Hevea brasiliensis (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (Fig. 5), pertencente à família Euphorbiaceae, é nativa da região Amazônica e foi responsável por importante ciclo no desenvolvimento da região. Os seringais nativos não conseguiram, porém, competir com o aumento da produtividade nos plantios do Sudeste

Foto: Edyr Marinho Batista



Fig. 5. A Seringueira é cultivada em 16 estados brasileiros.

Asiático. Associado a isso, o setor não pode superar as dificuldades de implantação de plantios puros da espécie em razão do mal-das-folhas, doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx., o que levou à perda de competitividade da borracha nacional. Ainda hoje, a presença do fungo é o principal entrave ao desenvolvimento da cultura na região. Alternativamente, a espécie passou a ser plantada em outras regiões do País, em áreas de escape da ocorrência da doença, especialmente no Sudeste e no Centro-Oeste. Nesse cenário, várias tentativas e ações foram e vêm sendo tomadas visando ao aumento da produtividade de látex e à exploração do enorme potencial que o País apresenta para competir no mercado internacional.

Evolução da cultura

Com as dificuldades de implantação de monocultivos de *H. brasiliensis* na região Amazônica, em razão do fungo causador do mal-das-folhas, procurou-se levar a cultura para áreas de escape da doença. A primeira tentativa ocorreu na Bahia, mas foi o Estado de São Paulo que tomou a frente no investimento em pesquisa e adaptação da cultura às condições locais.

A partir do início da década de 1940, o Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas São Paulo, iniciou trabalhos de pesquisa com a espécie, o qual evoluiu para o Serviço de Expansão da Seringueira, em 1956, e a implantação de Centros-Piloto de Sangria e Preparo de Látex, em 1967. Tais iniciativas, associadas a pesquisas relacionadas à silvicultura e ao melhoramento genético da espécie, mostraram a viabilidade e a potencialidade da cultura no Estado de São Paulo (GONÇALVES, 2002).

Em 1967, consciente da importância da cultura para o País, o governo federal criou a Superintendência da Borracha (Sudhevea), ampliando os trabalhos de pesquisa e de fomento, estabelecendo convênios com as instituições atuantes no setor, concedendo recursos financeiros e coordenando uma programação de projetos. No âmbito da Sudhevea, foi criado, em 1972, o Programa de Incentivo à Produção de Borracha Natural (Probor) com o objetivo de recuperar os seringais nativos e de estimular os novos seringais, além de procurar melhorar a qualidade da matéria-prima, investindo em novas tecnologias de beneficiamento do látex. Durante sua existência, a Sudhevea contribuiu para a expansão da cultura no País, porém, em virtude dos problemas administrativos e operacionais, a Superintendência foi extinta em 1989.

Em 1975, a Embrapa, em concordância com a nova política do governo federal, criou um centro de pesquisa específico para a seringueira, o Centro Nacional

de Pesquisa de Seringueira, em Manaus, transformado, posteriormente, em Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS), em 1980, e, finalmente, em Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), atualmente denominada Embrapa Amazônia Ocidental, em 1989, fruto da fusão do CNPDS com a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (Uepae) de Manaus (OLIVEIRA JUNIOR, 2002).

Com a consolidação da cultura nas áreas de escape, o grande déficit entre produção e consumo de borracha e os preços internacionais têm aumentado o interesse pela espécie. Hoje, a cultura está presente em 16 estados da Federação, com uma área colhida superior a 106 mil hectares em 2004 (SBS, 2006). São Paulo é o maior produtor nacional de borracha, com 35 mil hectares colhidos e produtividade média de quase 2,5 t/ha, sendo, atualmente, responsável por mais da metade do látex produzido no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Área colhida (hectares), produção (toneladas) e rendimento médio de látex coagulado (quilograma por hectare) nos estados de maior produção, segundo levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2004.

Estado	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Participação na produção nacional (%)
São Paulo	35.278	88.157	2.498	53,53
Mato Grosso	26.454	30.480	1.152	18,51
Bahia	26.720	20.780	777	12,62
Espirito Santo	6.608	8.020	1.213	4,87
Outros Estados	14.315	17.252	1.205	10,47
Total	106.375	164.689	1.548	100,00

Fonte: SBS (2006).

Embora a produtividade seja muito variável, por causa da região e das condições de plantio, as novas áreas apresentam rendimentos médios muito promissores, a exemplo de Tocantins (3.105 kg/ha), Pernambuco (3.049 kg/ha), Paraná (2.320 kg/ha), Goiás (2.122 kg/ha) e Mato Grosso do Sul (1.941 kg/ha) (SBS, 2006). Nesse cenário, existe a perspectiva de aumento significativo nas áreas plantadas com seringueira nos próximos anos. Somente no Estado de São Paulo, que segundo a previsão da Associação Paulista de Produtores de Borracha (Apabor) possui área plantada de 90 mil hectares, prevê-se aumento para 250 mil hectares em 2020 (CORTEZ, 2005).

Pesquisa com seringueira no Brasil

De modo geral, as pesquisas com seringueira nas áreas de escape do *M. ulei* têm se concentrado na avaliação e no desenvolvimento de clones adaptados a diferentes condições edafoclimáticas; na seleção de progênies; na avaliação dos sistemas de sangria (Fig. 6); no tipo e efeito da adubação na formação da seringueira; no desenvolvimento, na produção e na qualidade do látex; na relação entre fatores agroclimatológicos e a produção do látex; e na avaliação nutricional de clones, dentre outros.

Foto: Edyr Marinho Batista



Fig. 6. A sangria determina a vida útil do seringal e a sua produtividade.

Na região de ocorrência natural da espécie, os esforços têm se concentrado na introdução e avaliação de clones para estudos da combinação copa x painel e obtenção de plantas tricompostas, as quais agregam características normalmente antagônicas, como alta produtividade de látex e resistência ou tolerância a doenças. O gênero *Hevea* possui 11 espécies conhecidas: *Hevea brasiliensis*; *Hevea guianensis* Aubl.; *Hevea benthamiana* Müll. Arg.; *Hevea nitida* Müll. Arg.; *Hevea rigidifolia* (Spruce ex Benth.) Müll Arg.; *Hevea camporum* Ducke; *Hevea sipruceana* (Bth.) Müll. Arg.; *Hevea microphylla*

Ule; *Hevea camargoana* Pires; *Hevea paludosa* Ule.; *Hevea pauciflora* (Spruce ex Benth.) Müll. Arg. (OLIVEIRA JUNIOR, 2002). Cruzamentos entre *H. brasiliensis* e espécies que possuem características complementares vêm sendo enfatizados, a exemplo de *H. benthamiana* – resistência ao *M. ulei*; *H. pauciflora* – certa imunidade ao *M. ulei*; *H. camargoana* e *H. camporum* – porte baixo; e *H. guianensis* – ascendência de folíolos, que pode determinar maior absorção de energia solar, refletindo maior capacidade fotossintética da planta. A Embrapa Amazônia Ocidental e a Embrapa Acre desenvolveram uma técnica de combinação de enxertias de copa/painel, em fase de validação, que solucionou o problema do mal-das-folhas em regiões úmidas (EMBRAPA ACRE, 1999). A validação dessa tecnologia pode dar novo impulso à cultura na região.

Outro aspecto que tem ganhado força na cultura da seringueira é sua introdução em sistemas agroflorestais. Consórcios com cacau (*Theobroma cacao* L.), banana (*Musa* spp.), café (*Coffea* spp.), pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), palmito (*Euterpe edulis* Martius ou *Bactris gasipaes* Kunth), citros e mesmo culturas anuais, entre outras, são conhecidos e estudados há muito tempo (MAY et al., 1999), mas vêm ganhando força recentemente, em razão dos programas do governo federal de apoio aos pequenos produtores rurais. O consórcio com outras espécies pode tornar-se fator de estabilidade de produção e de agregação de renda para esses produtores.

Teca

A *Tectona grandis* L. f. é uma espécie arbórea da família Verbenaceae, que ocorre naturalmente entre 9° N e 25° N, no Subcontinente Índico e no Sudeste Asiático (Fig. 7). A madeira é altamente valorizada, tanto por sua beleza como

Foto: Antônio Riovei Higa



Fig. 7. Teca (*Tectona grandis*).

por suas qualidades físico-mecânicas, tornando-a muito versátil em seu uso, que vai desde os mais diversos tipos de construção e mobiliários finos até a construção naval, em que suas características são consideradas insuperáveis (KRETSCHKEK; SAMONEK, 1998).

Evolução da cultura

Os primeiros relatos da introdução de teca no Brasil são de 1968, quando a Cáceres Florestal S.A., uma empresa privada que buscava espécies florestais promissoras para reflorestamentos no Estado de Mato Grosso, testou várias espécies nativas e exóticas (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003). A espécie destacou-se pelo crescimento em altura e rusticidade. A aceitação do produto no mercado internacional, em razão das características da madeira e informações do seu desenvolvimento em outras partes do mundo, fez aumentar a perspectiva de potencial da espécie. A partir de 1971, a empresa iniciou os plantios em escala comercial. O passar dos anos mostrou o acerto no investimento feito, e, com ciclo de corte de 25 anos – muito inferior aos plantios em outras partes do mundo, em que o ciclo varia de 60 anos a 100 anos – e com a madeira produzida mantendo propriedades físico-mecânicas muito próximas às daquela oriunda do Sudeste Asiático, fizeram com que a espécie fosse altamente recomendada para plantio naquela região. Com foco nas exportações de toras e de madeira serrada, a Cáceres Florestal S.A. produziu, como experimento, diversos artigos como lambris, soalho, parquet, lâminas faquedas, algumas peças do mobiliário (cadeiras, mesas, cômodas e estantes), portas e pequenos objetos de madeira (REVISTA DA MADEIRA, 2002).

Com o início da divulgação dos bons resultados no reflorestamento com teca, número crescente de produtores rurais, madeireiros e investidores vêm reflorestando com a espécie. A área plantada em território brasileiro evoluiu de 10 mil hectares, em 1996, para mais de 60 mil hectares, em 2006. A Floresteca Agroflorestal Ltda. possui área reflorestada de 23 mil hectares, em Mato Grosso, sendo o maior plantio privado de teca do mundo. Estima-se que, para atender à demanda do mercado interno da madeira para serraria e laminação, seria necessário reflorestar mais de 100 mil hectares a cada ano. No entanto, se também forem considerados o crescimento natural do mercado brasileiro e as excelentes perspectivas para a exportação, a área de plantio anual teria de ser bem maior (WIKIPÉDIA, 2007).

Contribuem para esse aumento no interesse pela espécie os retornos econômicos previstos (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003), embora isso possa variar em razão dos tratamentos culturais adotados durante a rotação da qualidade do sítio e do ciclo de rotação do plantio (FIGUEIREDO et al., 2005).

Pesquisa com teca no Brasil

As exigências edafoclimáticas da espécie podem ser restritivas à sua expansão. A teca desenvolve-se bem em solos profundos, permeáveis, com razoável capacidade de retenção de água, de fertilidade mediana ou elevada e pH superior a 5,5. O solo não deve apresentar impedimentos (subsolo compactado, com piçarra ou cascalho, afloramento de rochas e lençol freático alto) ao livre desenvolvimento das raízes até a profundidade de um metro. Os solos de textura média, com predominância de areia sobre argila são os mais indicados. Nesse contexto, o aproveitamento de áreas degradadas pela agricultura, bem como novas áreas para a expansão da cultura, necessita de zoneamento edafoclimático para se garantir o sucesso de novos plantios.

As empresas envolvidas no cultivo da espécie investem na pesquisa relacionada à silvicultura (espaçamento, adubação, tratos culturais, dentre outros). A Embrapa Acre, além de testar diferentes formas de manejo (sistemas agroflorestais e silvipastoris), acompanha o crescimento de plantios estabelecidos desde 1995 visando a recomendações de desbastes, à avaliação de impactos de incêndios e à avaliação da sustentabilidade econômica e ambiental. Tais opções são de extremo interesse para pequenos produtores rurais e como estratégia de recuperação de áreas degradadas.

Outro aspecto que se faz urgente é o investimento em melhoramento genético com o material já existente no País; a reintrodução de material cobrindo todo o leque ecológico de sua ocorrência natural e ampliando as possibilidades de ocupação de novas áreas; o estabelecimento de pomares clonais visando atender à demanda crescente por sementes; e a implantação e acompanhamento de experimentos de competição nas diversas condições edafoclimáticas do País (KRETSCHKEK; SAMONEK, 1998).

Referências

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2005. Brasília: Abraf, 2006. 80 p.
- BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINING, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Nelson-CSIRO, 1984. 243 p.
- CARPANEZZI, A. A. Espécies para recuperação ambiental. In: GALVÃO, A. P. M. (Ed.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 43-53.
- CONTO, A. J.; DOSSA, D.; DEDECEK, R.; CURCIO, G. R.; HIGA, A. Estrutura familiar e formação da renda entre pequenos acicultores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 35., 1997. Natal. **Anais...** Natal: Sober, 1997. p. 856-862.

CORTEZ, J. V. **Heveicultura brasileira**. Ribeirão Preto: Apabor, 2005. Disponível em: <<http://www.apabor.org.br>>. Acesso em: 8 abr. 2007.

EMBRAPA ACRE. **Cultivo de seringueira na Amazônia com plantas tricompostas**Rio Branco: Embrapa Acre, 1999. (Embrapa Acre, Folder).

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, L. C. de; BARBOSA, L. K. F. **Teca (*Tectona grandis* L.f.): principais perguntas do futuro empreendedor florestal**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 87 p. (Embrapa Acre. Documentos, 97).

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, L. C. de; SCOLFARO, J. R. S. Análise econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.f., na microrregião do Baixo Acre. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 342-353. 2005.

FILGUEIRAS, O. A boiada no mato. **Globo Rural**, Rio de Janeiro, mar. 1990. p. 27-28.

FRANCO, A. A.; DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 20, n. 1, p. 68-74, 1994.

GONÇALVES, P. de S. Uma história de sucesso: a seringueira no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v. 54, n. 1, p. 6-14, 2002.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 Fev. 2006.

KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1. *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciencia e Investigación Forestal**, v. 4, n. 2, p. 198-212, 1990.

KRETSCHKE, O. E.; SAMONEK, E. C. O potencial da teca (*Tectona grandis*) para plantios no país: Uma abordagem prática. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 33-39.

MAY, A.; GONÇALVES, P. de S.; BRIOSCHI, A. P. Consorciação de seringueira com culturas de importância econômica. **O Agrônomo**, v. 51, n. 1, p. 16-23, 1999.

MDIC. **Consulta às exportações de madeira de não coníferas, em estilhas ou em partículas**: período 01/2004 a 12/2005. Brasília. Disponível em; <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 14 Jul. 2006.

MORA, A. L. **Aumento da produção de sementes geneticamente melhoradas de *Acácia mearnsii* De Wild. (Acácia negra) no Rio Grande do Sul** Curitiba, 2002. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, H. A. **Acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul** Canoas: La Salle. 1968.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de **Melhoramento genético de seringueira (*Hevea brasiliensis*)**. Viçosa, 2002. Disponível em: <<http://www.ufv.br/õdbg/õbioano02/õa2001a33.htm>>. Acesso em: 8 jan. 2007.

REVISTA DA MADEIRA. Teca: espécie é forte no mercado internacional. v. 12, n. 64, 2002. Disponível em; <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=64&id=164>>. Acesso em: 19 dez. 2006.

SBS. **Fatos e números do Brasil florestal** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2006. 107 p.

SEARLE, S.D. *Acacia mearnsii* De Wild. (Black Wattle) in Australia. In: BROWN, A.G.; KO, H.C. (Ed.). **Black Wattle and its utilization**. Barton: ACT, 1997. p.1-12. (Australia, RIRDC Publication, n. 97/72, n.35).

SIMON, A. A. A cadeia produtiva da acácia-negra, aspectos econômicos, sociais e ambientais. In: STROHSCHOEN, A.G.; REMPEL, C. (Ed.). **Reflorestamento e recuperação ambiental**: ambiente e tecnologia: o desenvolvimento sustentável em foco. Lajeado: Univates, 2005. p. 149-166.

STEIN, P. P.; TONIETTO, L. Black Wattle Silviculture in Brazil. In: BROWN, A. G.; KO, H. C. (Ed.). **Black wattle and its utilization**. Barton: ACT, 1997. p. 78-82. (Australia, RIRDC Publication, n. 97/72, n. 35).

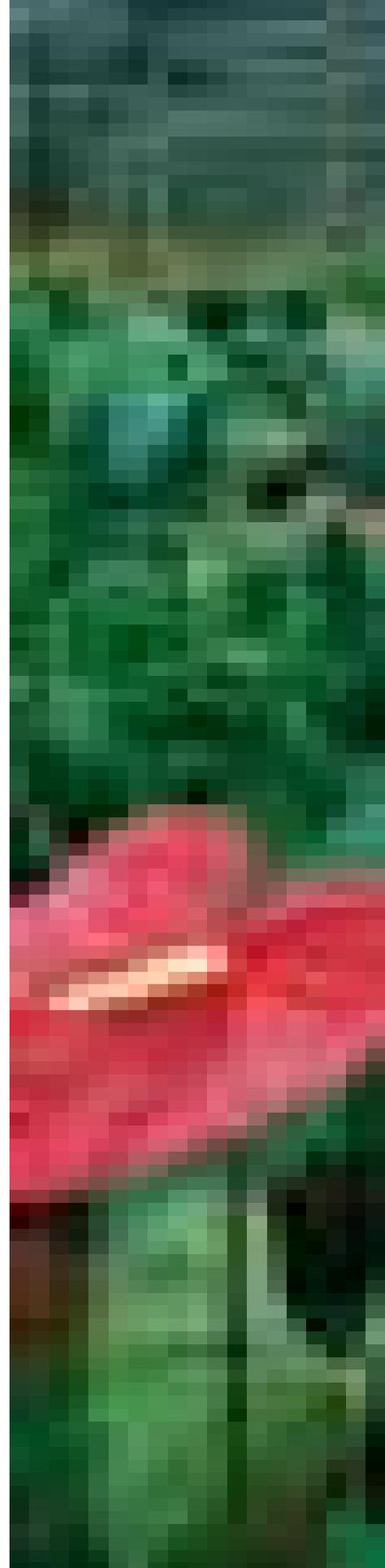
TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L. da; COUTO, L.; MÜLLER, M D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 487- 494, 2003.

WIKIPEDIA. **Teka**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Teca>>. Acesso em: 29 jan. 2007.

Parte 10

Outras culturas

Foto: David Santos Júnior



Capítulo 1

Políticas institucionais e inovações tecnológicas no cultivo do cacau

Uilson Vanderlei Lopes
João Louis Marcelino Pereira

O cacau (*Theobroma cacao* L.), originário das Américas, é o principal ingrediente usado na fabricação de chocolate e de alguns cosméticos, gerando uma economia de mais de US\$ 60 bilhões por ano. Aproximadamente 69 % das amêndoas de cacau produzidas no mundo são originárias de países do Oeste Africano, incluindo-se a Costa do Marfim (39 %), Gana (20 %), Nigéria (5 %) e Camarões (5 %). Embora o Brasil já tenha sido o segundo maior produtor mundial, após a introdução da vassoura-de-bruxa [*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer, renomeado *Moniliophthora perniciosa* Aime e Phillips-Mora, 2005] na região sul da Bahia, o País passou a ocupar a quinta posição e a contribuir somente com cerca de 5 % da produção mundial.

Aparentemente, o antecessor ao chocolate moderno já era consumido desde 600 a.C. (aproximadamente 2.600 anos atrás) (HURST et al., 2002). Nas culturas maias e astecas, o chocolate exerceu importante papel, sendo oferecido aos deuses em cerimônias religiosas e consumido principalmente pelos nobres. Após a introdução de amêndoas de cacau na Europa e a adição de açúcar e leite, o chocolate tornou-se bastante popular naquele continente, inicialmente na Espanha e depois em outros países. Esse fator resultou em uma crescente demanda, com conseqüente aumento da área plantada na América, a princípio, e depois em outros continentes, sendo levado particularmente para as colônias de países europeus.

Embora o cacau tenha sido explorado pelos astecas e maias, e possivelmente pelos seus antecessores, os olmecas, só recebeu atenção da pesquisa e das ações governamentais nos últimos 60 anos.

História do cacau no Brasil

Embora o cacau seja de origem amazônica e haja evidências de que tenha sido cultivado pelos povos indígenas daquela região antes do descobrimento do Brasil (BARTLEY, 2005), as primeiras plantações só ocorreram nos anos 1600. Em 1679, a Carta Régia autorizou os colonos do Pará a plantar cacau. A partir daí, o cacau foi plantado principalmente à margem direita do Rio Amazonas. Em 1749 o estado já produzia mil toneladas de cacau e continuava expandindo, mas com a abolição da escravatura em 1888, o cultivo do cacau entrou em decadência na região.

Na Bahia, as sementes de cacau chegaram em 1746, trazidas pelo francês Louis Frédéric Warneaux e presenteadas a Antonio Dias Ribeiro, que as plantou na fazenda Cubículo, em Canavieiras, às margens do Rio Pardo. Inicialmente, o cacau se expandiu nas margens dos rios da região e depois avançou para outras áreas. Com a expansão do cacau, a Bahia tornou-se um eldorado, com milhares de pessoas chegando à região, atraídas pela fama de se fazer fortuna fácil, principalmente de estados do Nordeste, mas também de outros países (Espanha e Alemanha). No início do século 20, a Bahia já era o maior produtor de cacau do Brasil, respondendo por mais de 90 % da produção nacional.

Políticas institucionais contribuem para o agronegócio do cacau

Políticas nacionais

No período de 1860 a 1911, a produção mundial de cacau cresceu a elevadas taxas, aumentando de 13 mil a 14 mil toneladas por ano para 320 mil toneladas

por ano. A Bahia já produzia mais de 90 % da safra brasileira, entretanto, além do baixo nível tecnológico adotado, a região carecia de infra-estrutura mínima para apoiar o processo produtivo. Nesse período, por exemplo, o cacau era transportado até os locais de exportação por rio ou por animais, e esse transporte representava de 40 % a 50 % do seu preço (GARCEZ, 1981).

Em 1908, o governo da Bahia aumentou a frota de embarcações no sul do estado, facilitando o escoamento da produção. Em 1916, o mesmo governo construiu a rodovia ligando Ilhéus a Itabuna, os dois principais pólos de produção na época e, em 1919, iniciou-se a construção de um porto para transporte de cacau em Ilhéus.

Criação de estações experimentais pelo Ministério da Agricultura

Em 1923, foi criada, pelo Ministério da Agricultura, a Estação Experimental de Água Preta (hoje Uruçuca), na Bahia, possivelmente a primeira estação de pesquisas com cacau do mundo. Essa foi a primeira tentativa de desenvolver pesquisas para a espécie na região sul do estado. Nessa fase, o nível tecnológico das plantações era bastante baixo, as plantas apresentavam idade avançada e eram submetidas a elevada severidade de pragas e doenças. O papel dessa estação era gerar e transferir, para os produtores, tecnologias nas áreas de entomologia, práticas culturais e beneficiamento do produto colhido. Infelizmente, por causa dos poucos recursos disponíveis, sua contribuição para a modernização da cacauicultura regional foi pequena.

Nos anos de 1950, o Ministério da Agricultura criou duas outras estações experimentais, uma no sul da Bahia, a Estação Experimental de Jussari, e outra no Espírito Santo, a Estação Experimental de Goytacazes, em Linhares. Estas estações visavam, principalmente, selecionar plantas em populações locais e propagar as melhores por estaquia, segundo os protocolos desenvolvidos em Trinidad e Costa Rica. Os trabalhos em Jussari e em Linhares foram, em grande parte, orientados pelo dr. R. Fowler, perito em cacau designado pela United States Agency for International Development (Usaid) para orientar pesquisas e extensão na Bahia e no Espírito Santo. Desse trabalho surgiram os clones da série Sial (Seleções do Instituto Agrônomo do Leste) e EEG (seleções da Estação Experimental de Goytacazes). Tais seleções, entretanto, foram pouco plantadas como clone na época, embora anos depois tenham assumido papel importante na produção de híbridos interclonais.

Criação do Instituto de Cacau da Bahia

No final da década de 1920, houve rápida ocupação do sul da Bahia e a área de cacau continuava em franca expansão. Entretanto, não havia qualquer sistema formal de crédito. Operava-se a agiotagem e a exploração dos produtores pelos compradores e dos pequenos pelos grandes produtores. O cacau, embora representasse próximo de 40 % das exportações da Bahia, recebia pouco apoio governamental. As condições de transporte ainda continuavam precárias e as lavouras com idades avançadas, mal-cuidadas e com produtividade decrescente numa época de demanda crescente do produto. Nessa fase, nenhuma ou poucas tecnologias eram disponibilizadas para o produtor.

Em outubro de 1929, para complicar ainda mais a crise local, a bolsa de Nova York entrou em colapso, prejudicando toda a economia mundial; principalmente aquela de países do Terceiro Mundo e dependentes da exportação de matéria-prima. Com isso, nos anos subseqüentes, o preço do cacau foi reduzido para 25 % do seu valor, mantendo-se assim por longo período (GARCEZ, 1981). Nesse ponto, a maioria dos produtores encontrava-se endividada e as falências se multiplicavam. Isso os levou a clamar ao governo do estado uma retribuição pela renda que o cacau já havia gerado em divisas e impostos.

Em 8 de junho de 1931, o Decreto Estadual nº 7.420 criou a Sociedade Cooperativa de Responsabilidade Limitada Instituto de Cacau da Bahia (ICB) (GARCEZ, 1981). Os principais objetivos do ICB eram recompor as dívidas dos produtores e organizar a produção de cacau, incluindo-se: a) facilitar o acesso dos produtores aos insumos agrícolas; b) atuar na compra de cacau, substituindo, em parte, os compradores intermediários; c) melhorar o transporte rural; e d) gerar tecnologias para a cacauicultura. Nesse período, o cacau havia atingido 60 % das exportações e 30 % da arrecadação pública do Estado da Bahia (GARCEZ, 1981).

Nos primeiros anos de atuação, o ICB absorveu e reaparelhou a Estação Experimental de Água Preta, construiu quase 300 km de estradas vicinais e intermunicipais, facilitando o acesso às propriedades e o escoamento da produção (GARCEZ, 1981). Além disso, uma importante ação do ICB foi a criação da Carteira Comercial que, além de manter o produtor informado quanto aos reais preços do cacau, passou a adquirir e a exportar o produto. Em 1936, o ICB já exportava 30 % do cacau da Bahia, reduzindo-se assim um ciclo de exploração dos produtores.

Em 1941, o governo transforma o ICB de cooperativa em autarquia, esfacelando o sistema e desorganizando novamente a atividade cacauceira. Esse fator, associado aos baixos preços do cacau no mercado internacional, levou, mais uma vez, ao endividamento do cacauicultor e à falência da região.

Criação da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Nas décadas de 1940 e 1950, como consequência das sucessivas crises e dos baixos preços no mercado internacional, as regiões cacaueiras brasileiras encontravam-se à beira da falência. Os débitos dos produtores de cacau estavam acima da sua capacidade de pagamento.

Em 20 de fevereiro de 1957, com o Decreto nº 40.987, o governo federal instituiu o Plano de Recuperação Econômico-Rural da Lavoura Cacaueira ligado ao Ministério da Fazenda, sob a responsabilidade de uma Comissão Executiva, a Ceplac. O Plano era presidido pelo ministro da Fazenda e a Comissão Executiva tinha representantes dos Ministérios da Agricultura e da Indústria, Bancos Central e do Brasil, Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil S.A. (Cacex) e governos da Bahia e do Espírito Santo. Além desses, a Comissão tinha um secretário-geral e um conselho consultivo formado por produtores. A finalidade imediata do fundo era prover os produtores com empréstimos a juros subsidiados.

Até 1961, a Ceplac atuou somente com crédito. Entretanto, após quatro anos de empréstimos ao produtor, a Comissão percebeu que somente dar crédito não resolveria o problema da estagnação tecnológica nas fazendas de cacau e as constantes crises associadas às intempéries e aos ciclos de preços baixos. Percebia-se, pois, a necessidade de investimentos em desenvolvimento local e transferência de tecnologias para os produtores, bem como em infraestrutura (estradas, portos, escolas).

Em 1962, criou-se um fundo para fomentar as ações da Ceplac, por meio de uma taxa de retenção de 15 % do valor da receita cambial de amêndoas de cacau e 5 % sobre os derivados de cacau exportados, que depois passou a ser de 10 %, tanto para amêndoas como para derivados. Em 1974, foram repassados US\$ 19 milhões desse fundo para o orçamento da Ceplac, além de US\$ 4,7 milhões oriundos dos juros de empréstimos feitos aos produtores.

Em 1983, a taxa de retenção tornou-se imposto. Como consequência, os recursos eram transferidos para o orçamento da União e somente uma pequena parte retornava para ser aplicada nas atividades para as quais fora criado. Em outubro de 1989, o imposto de exportação foi finalmente cancelado. Note-se que história similar ocorreu com o ICB. Além da forte atuação da Ceplac em crédito para os agricultores, a Comissão teve importante papel na organização da cacauicultura de modo mais amplo. Antes da intervenção da Ceplac, a infra-estrutura da região era bastante precária comparada à de outras regiões do País. Muitas fazendas ainda não eram ligadas às cidades por estradas, sendo 60 % da produção escoada por transporte animal.

De 1968 a 1971, a Ceplac, junto com o governo, iniciou a construção do porto de Malhado, visando à exportação de cacau diretamente de Ilhéus. Além disso, a Ceplac passou a repassar recursos para os governos construir ou reformar pontes, estradas, postos de saúde, hospitais, escolas e eletrificação rural. Mais tarde, a própria Ceplac passou a fazer tais obras pelo Departamento de Apoio ao Desenvolvimento (Deade).

Visando atender aos produtores no fornecimento de insumos e na comercialização do cacau, em 1942 foi criada a Cooperativa Central dos Agricultores do Sul da Bahia (Cofaba), posteriormente transformada na Cooperativa Central dos Produtores de Cacau (Copercacau); esta última com forte suporte da Ceplac. Nos anos de 1970, a Copercacau já era a maior exportadora de cacau brasileiro, bem como atuava, de forma descentralizada, na venda de insumos para os produtores da região. Visando agregar valor ao produto brasileiro, em 1966, a Cofaba montou uma fábrica para a produção de licor e manteiga de cacau (Indústria Moageira de Cacau – Itaísa), com planos para, no futuro, produzir também chocolate. Infelizmente, esse grande feito perdurou por pouco tempo.

Dentro do contexto de desenvolver as regiões cacauceiras de modo amplo e por estar situada em importante bioma da Mata Atlântica, a Ceplac, em parceria com os jardins botânicos de Nova York (Estados Unidos da América) e de Kew (Inglaterra), investiu esforços em conhecer a flora regional. Hoje, a Ceplac detém o maior herbário do Nordeste e um dos maiores em plantas da Mata Atlântica.

Em 1965, a Ceplac iniciou a criação de escolas técnicas, Escolas Média de Agropecuária Regional da Ceplac (Emarcs), envolvendo não só a formação de técnicos agrícolas, como o treinamento de trabalhadores e administradores de fazendas. Em 1972, considerando a carência de universidades na região, a Ceplac cria a Federação das Escolas Superiores de Ilhéus e Itabuna (Fespi), atualmente Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc).

A Ceplac estimulou, também, a organização dos produtores, por meio do Conselho Consultivo dos Produtores de Cacau, depois Conselho Nacional dos Produtores de Cacau (CNPCC), agregando quase 100 sindicatos filiados.

Em 1974, a Ceplac foi transferida do Ministério da Fazenda para o Ministério da Agricultura, uma vez que, naquela fase, pesquisa e extensão já eram as atividades mais importantes desenvolvidas pela Comissão. Mais tarde, com a taxa de retenção convertida em imposto e o orçamento da Ceplac incorporado ao da União, sua ação na região foi consideravelmente reduzida.

Assim, a Ceplac, criada como mero órgão creditício, passou a ser órgão agrícola e, por fim, de desenvolvimento rural integrado.

Criação dos centros de pesquisa e de extensão da Ceplac

Após alguns anos atuando em crédito, a Ceplac percebeu que a falta de tecnologias para transferir aos produtores e a falta de mecanismos eficientes de transferência de tecnologias eram sérios limitantes ao sucesso do plano de recuperação. Assim, em 1964, a Ceplac, orientada pelo renomado cientista Paulo de Tarso Alvim, criou o Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) (Fig. 1) e, depois, o Departamento de Extensão (Depex), hoje Centro de Extensão (Cenex).

Foto: Luiz Alberto Alves de Souza



Fig. 1. Vista parcial do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec) em Ilhéus, Bahia.

O Centro de Pesquisas do Cacau foi formado com alguns princípios desde o seu início. Primeiro, a contratação de especialistas nas várias áreas da agronomia e afins (genética, fitopatologia, solos, fisiologia, sociologia, economia, climatologia e entomologia). Segundo, essas diferentes especialidades deveriam trabalhar de forma integrada na solução dos problemas com demandas regionais. Terceiro, implementação de arrojado programa de treinamento de pesquisadores, tanto no Brasil como no exterior. Quarto, estímulo à relação com instituições nacionais e estrangeiras, a fim de atrair competências para atuar em problemas locais. Hoje, o Cepec conta com 70 pesquisadores, 11 estações experimentais na região cacaeira da Bahia e Espírito Santo e 16 laboratórios (genômica, marcadores moleculares, fitopatologia, fisiologia, solos, resíduos e cultura de tecidos, entre outros).

O Centro de Extensão foi criado com o intuito de trabalhar juntamente com o Cepec, transferindo as tecnologias geradas. O Cenex encontra-se, hoje, com aproximadamente 200 agentes de extensão em 50 escritórios distribuídos na região cacaeira da Bahia e do Espírito Santo.

Como havia crescente demanda por cacau no mercado internacional, aliada à disponibilidade de solos e clima favoráveis ao seu cultivo na Amazônia, a Ceplac criou uma estrutura de pesquisa e extensão e implementou arrojado programa de expansão da cacauicultura naquela região. Em virtude da facilidade de convivência do cacauero com outras árvores, a cacauicultura tornou-se bastante atrativa para a região, já que parte da floresta nativa poderia ser mantida como sombra para o cacauero. Inicialmente foram criadas três estações experimentais ligadas ao Cepec – no Pará, em Rondônia e no Amazonas. Mas logo se percebeu que a região demandava um programa regional de pesquisas e extensão, levando à criação de duas superintendências naquela região.

Criação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cacauicultura

Tendo em vista a crescente demanda por cacau prevista para as décadas de 1970 e subseqüentes, em 1975, a Ceplac propôs ao governo federal um programa de modernização e expansão da cacauicultura, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cacauicultura (Procacau). O plano era, em dez anos, renovar 150 mil hectares de cacau decadentes e implantar, com recursos da União e da própria Ceplac, 300 mil hectares na Bahia, no Espírito Santo e na Amazônia. Os principais resultados do Procacau foram: a) plantio e renovação de 315 mil hectares, dos 450 mil hectares previstos; b) elevação da produção brasileira de 123 mil toneladas para 380 mil toneladas, atingindo um recorde de 547 mil toneladas em 1984; c) aumento da produtividade de 220 kg/ha para 740 kg/ha; d) aumento das divisas com exportação de US\$ 50 milhões para US\$ 620 milhões, com um recorde de US\$ 953 milhões em 1979; e) geração de 80 mil empregos diretos.

Políticas internacionais

Hoje, o Brasil depende fortemente do mercado externo, sendo ainda fornecedor de matéria-prima para indústrias chocolateiras localizadas em países industrializados. Portanto, o sucesso do agronegócio brasileiro do cacau requer negociação continuada com consumidores e indústrias internacionais, bem como com outros produtores de cacau. Nesse contexto, um diálogo racional e transparente com outros países produtores e consumidores é imperativo. E a melhor forma de assegurar esse diálogo é por intermédio de organizações internacionais que cuidam dos interesses dos produtores.

Aliança dos países produtores de cacau

Em janeiro de 1962, representantes dos governos do Brasil, Camarões, Gana, Costa do Marfim e Nigéria fundaram a Aliança dos Países Produtores de Cacau (Copal), como organização intergovernamental para cuidar dos interesses dos países produtores de cacau. Atualmente, dez países são membros da Copal, incluindo, além dos fundadores, a República Dominicana, Gabão, Malásia, São Tomé e Príncipe e Togo que, conjuntamente, representam aproximadamente 75 % da produção mundial de cacau. A autoridade maior da Copal é o Conselho de Ministros, com representantes dos países membros, que, por sua vez, elege o secretário-geral encarregado de dirigir a Aliança. Anualmente, uma Assembléia Geral é realizada, sob a direção do Conselho de Ministros, visando discutir e tomar decisões sobre assuntos de interesse dos países produtores.

A Aliança tem quatro comitês: O Comitê de Promoção, que visa promover o consumo de cacau no mundo; o Comitê Científico, que objetiva definir prioridades de pesquisa e facilitar o intercâmbio de informações científicas entre os países membros; o Comitê de Economia, que coordena as estratégias de produção e suprimento do mercado, bem como auxilia na obtenção de estatísticas relacionadas à produção e consumo de cacau e seus produtos; e o Comitê Administrativo e de Finanças, que administra os recursos da Aliança.

Como membro da Copal, o governo brasileiro, tem: a) presidido o Conselho de Ministros; b) sediado reuniões do Conselho de Ministros, bem como a mais importante conferência de cacau, a *Conferência Internacional de Pesquisas do Cacau*, em 1967 e em 1996; e c) presidido o Comitê Científico e o de Economia.

Organização Internacional do Cacau

A Organização Internacional do Cacau (Icco) foi fundada em 1973, com sede em Londres, com o objetivo de implementar o Acordo Internacional do Cacau, estabelecido na *Conferência Internacional de Cacau das Nações Unidas*, ocorrido naquele ano em Genebra, Suíça.

Em razão da natureza intrínseca de sua função, de cuidar de interesses mútuos, participam da Icco países produtores e consumidores de cacau, incluindo o Brasil. O referido acordo envolve a produção sustentável de cacau nos âmbitos social, econômico e ambiental. Assim, cabe à Icco levar a indústria e os

principais consumidores a entender os desafios dos produtores de cacau para suprir, de modo sustentável, a demanda mundial do produto, com preços remunerativos e elevada renda para os produtores.

A Icco tem também intermediado negociações com o Fundo Comum de Commodities (CFC) para financiamento de projetos de pesquisa em países membros. Nesse contexto, o Brasil tem sido contemplado com financiamentos de importantes projetos de pesquisas.

Acordo internacional do cacau e estoque regulador (*buffer stock*)

Os preços do cacau no mercado internacional estão sempre sujeitos à quantidade produzida nos países produtores. Baixos preços por período prolongado causam sérias crises, particularmente naqueles países muito dependentes da cacauicultura.

No início da década de 1960, cinco países (Brasil, Gana, Nigéria, Costa do Marfim e Camarões) representando, na época, 80 % do cacau produzido no mundo, iniciaram a discussão sobre a possibilidade de os produtores regerem o preço do cacau, criando-se a Copal (item *Políticas nacionais*). Mas, em 1965, houve superprodução de cacau em alguns dos países membros, dificultando que a aliança de cotas celebrada entre eles fosse cumprida. No ano seguinte, a Aliança foi totalmente quebrada, com seus membros lançando livremente seu produto no mercado, causando drástica queda no preço do cacau.

Em 1972, nova tentativa foi feita, agora incluindo 63 países produtores e consumidores, representando 90 % da produção e 70 % do consumo de cacau. Com a nova tentativa, surgiu o Acordo Internacional do Cacau, que estabelecia preços mínimos e máximos para o produto, fixava cotas de exportação e criava um estoque regulador (*buffer stock*). Entretanto, além da divergência entre produtores e consumidores que compunham o Acordo, havia os interesses dos próprios países produtores, o que levou ao seu fim em 1999.

Fundo Comum de Commodities

O Fundo Comum de Commodities (CFC), estabelecido dentro da estrutura das Nações Unidas, tem como objetivos dar suporte financeiro a projetos em países em desenvolvimento, dependentes de commodities, visando ao seu

desenvolvimento socioeconômico. Atualmente, o CFC conta com 106 países membros, incluindo o Brasil. Como dito no item *Políticas institucionais contribuindo para o agronegócio do cacau*, o País tem recebido bastante suporte financeiro a projetos de grande relevância para a produção nacional de cacau.

Inovações tecnológicas contribuem para o agronegócio do cacau

Desenvolvimento de cultivares

O desenvolvimento de cultivares de cacau tem sido tratado como importante estratégia de aumento da produtividade e de controle de doenças pela pesquisa. Os primeiros trabalhos de melhoramento de cacau no Brasil foram realizados nas Estações do Ministério da Agricultura em Jussari, Água Preta e Goytacazes e consistia na seleção de plantas fenotipicamente superiores em populações locais (cacau-comum da Bahia), gerando as seleções SIC (Seleção Instituto do Cacau), Sial (Seleção Instituto Agrônômico do Leste) e EEG (Estação Experimental de Goytacazes). Infelizmente, tais seleções tiveram pouco impacto direto na produtividade, uma vez que os produtores não foram despertados para o seu uso. Entretanto, posteriormente, com a criação do Cepec, tais seleções foram amplamente usadas na formação de híbridos interclonais envolvendo clones importados e seleções locais.

Com a criação do Cepec, em 1964, passou-se a introduzir germoplasma de outros países e a adotar a estratégia de hibridação entre clones. Em 1974, havia 450 híbridos de cacau sob teste em estações do Cepec e em fazendas privadas; e mais de 32 milhões de sementes híbridas produzidas e distribuídas pelo Centro aos produtores. Nessa época, os 60 melhores híbridos chegavam a produzir, em ensaios, mais de 2 mil quilos por hectare aos 5 anos de idade, quando a produtividade média da região era de 500 kg/ha. O desenvolvimento de híbridos de cacau continuou até a introdução da vassoura-de-bruxa na Bahia, em 1989.

Como a maioria dos híbridos recomendados no final dos anos de 1980 era suscetível à vassoura-de-bruxa, sua utilização foi interrompida e duas estratégias foram adotadas, uma de curto e outra de longo prazo. A estratégia

de curto prazo baseou-se, principalmente, na recomendação de clones gerados no programa de melhoramento ou selecionados em fazendas com alta severidade da doença. Atualmente, há mais de 150 mil hectares plantados com clones resistentes à vassoura-de-bruxa na Bahia. Para implementar esse programa de forma mais efetiva, foi desenvolvido um sistema de clonagem em ramos basais (chupões), reduzindo o início da produção de 3-4 anos para 1-2 anos.

A estratégia de longo prazo baseou-se, sobretudo, no desenvolvimento de populações oriundas do cruzamento entre clones produtivos e resistentes, visando ao melhoramento recorrente das populações com eventuais seleções de indivíduos para teste como clones. Atualmente, mais de 500 progênies foram geradas, totalizando mais de 30 mil plantas.

Importante aspecto no desenvolvimento de cultivares de cacaueteiro, tanto clonais como híbridas, foi a introdução de germoplasma com resistência à vassoura-de-bruxa, vários anos antes da chegada dessa doença na Bahia. Hoje, experiência similar vem sendo conduzida, com a introdução, no País, de clones com reconhecida resistência a outra importante doença do cacaueteiro inexistente no País, a monília [*Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans., Stalpers, Samson & Benny]. Tal germoplasma vem sendo envolvido em cruzamentos, como parte de um programa preventivo de melhoramento.

Outra atividade conduzida no Brasil e digna de nota é o programa de coleta de germoplasma no centro de diversidade do cacau, na região Amazônica. Atualmente, próximo de 3 mil acessos silvestres e coletados em populações plantadas estão em coleções da Ceplac na Bahia e na região Amazônica.

Genômica e identificação de genes

Com a urgente necessidade de acelerar o programa brasileiro de melhoramento do cacaueteiro, tecnologias de marcadores moleculares e de genômica vêm sendo usadas para dar suporte ao programa. Um mapa molecular saturado, usando marcadores, foi gerado no Brasil e genes ou locos de caracteres quantitativos (QTLs) associados à resistência à vassoura-de-bruxa e outros caracteres de interesse agrônômico identificados. Mapeamento fino de regiões contendo alguns desses genes vem sendo realizado em colaboração com o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento (Cirad, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), na

França. Esse mapeamento permitirá acompanhar a presença de alelos específicos em populações de melhoramento, aumentando a segurança do processo de seleção de indivíduos resistentes, bem como reduzindo o ciclo de melhoramento.

Na área da genômica, regiões expressas vêm sendo seqüenciadas, visando identificar novos genes de resistência ou regiões próximas a eles. Espera-se com isso ser possível, no futuro próximo, usar marcas associadas a tais genes em programas de desenvolvimento de cultivares com resistência durável. Além disso, como parte de um consórcio internacional envolvendo Brasil (Ceplac e Uesc), França (Cirad) e Estados Unidos da América [United States Department of Agriculture (Usda) e Penn State University], o genoma funcional do cacaueteiro vem sendo seqüenciado.

Paralelamente aos projetos genoma do cacau, o genoma completo do fungo causador da vassoura-de-bruxa, *M. perniciosa*, vem sendo seqüenciado, num trabalho conjunto envolvendo várias universidades e instituições de pesquisa brasileiras.

Manejo de doenças do cacaueteiro

Podridão-parda

A podridão-parda causada por fungos do gênero *Phytophthora* é a doença de cacaueteiro mais amplamente distribuída no mundo, ocorrendo na maioria dos países produtores e causando perdas estimadas de até 37 % da produção mundial. No Brasil, redução média de 30 % da produção tem sido atribuída à podridão-parda, causada no País pelas espécies *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler, *P. capsici* Leonian e *P. citrophthora* (R. E. Sm. & E. H. Sm.) Leonian.

No Brasil, as primeiras tentativas de controlar a podridão-parda do cacaueteiro tiveram início na década de 1950 com o uso de fungicidas à base de cobre, com constantes ajustes subseqüentes. Visando melhorar esse manejo, forte programa de treinamento de pessoal foi estabelecido, de sorte que, atualmente, quatro pesquisadores com doutorado trabalham em *Phytophthora*, cobrindo estudos epidemiológicos, controle fitossanitário, aplicação racional de fungicidas e seleção para resistência ao patógeno. Em decorrência dos trabalhos realizados, a eficiência de controle da doença aumentou. Uma dessas pesquisas resultou num sistema de previsão de epidemias por meio do exame

diário de fotografias de satélite para averiguação da aproximação de frentes frias no início da estação chuvosa. Redução da temperatura durante esses períodos úmidos propicia o aumento da doença e, assim, o produtor deve adotar as medidas de controle. Posteriormente, um sistema de previsão mais preciso foi desenvolvido, com base no uso de frutos sadios colocados no solo como iscas, antes de a doença ter sido observada em frutos nas plantas. Infecção dos frutos e iscas indica se a liberação de esporos viáveis oriundos das raízes e do solo já iniciou, determinando a aplicação de fungicida e redução na taxa de aumento da doença.

As práticas de manejo da podridão-parda foram também intensificadas pelo treinamento de produtores, incluindo: implementação meticulosa de tratamentos fitossanitários para reduzir os níveis de inóculo dentro das plantações; uso racional de fungicidas, incluindo aqueles à base de cobre, bem como fungicidas sistêmicos; métodos para calibração dos equipamentos de aplicação; opções de novo sistema de pulverização desenhado para acelerar a operação e assim reduzir os custos; e introdução da técnica de aplicação única em vez das quatro aplicações convencionais, novamente com o objetivo de reduzir custos para o produtor.

Entretanto, o componente de manejo de doenças mais importante, o uso de germoplasma resistente, não foi contemplado nos esforços iniciais. Entretanto, nas últimas duas décadas, seleção para resistência à podridão-parda foi intensificada, permitindo a sua incorporação ao atual programa de melhoramento.

Vassoura-de-bruxa

A vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, recentemente renomeado para *Moniliophthora perniciosa* (AIME; PHILLIPS-MORA, 2005), foi observada pela primeira vez em 1895, no Suriname, e acredita-se ter co-evoluído com o cacau silvestre na Bacia Amazônica. Durante os 30 anos seguintes, a doença espalhou-se para todos os países produtores da América do Sul e do Caribe, incluindo importantes produtores como o Equador, Trinidad e Tobago e a Venezuela. Em todos esses casos, a doença deixou um rastro de economias de cacau arruinadas, levando décadas para recuperação da produção e, ainda assim, jamais atingindo sua posição original como produtor no cenário mundial.

Cem anos depois da primeira detecção da vassoura-de-bruxa, novo ciclo de disseminação ocorreu, com a doença aparecendo no Panamá e no sul da Bahia,

principal região produtora do Brasil (80 % a 90 % da produção brasileira). Embora, em 1978, o Ministério da Agricultura tenha criado um forte sistema de quarentena, a Campanha Contra a Entrada da Vassoura-de-Bruxa na Bahia (Cavab) (administrada pela Ceplac), 20 anos depois a doença foi identificada na região. A erradicação, normalmente o primeiro componente de manejo da doença, aplicada após a entrada em uma região, foi empreendida na Bahia, mas com pouco êxito. Apesar de um século de existência, até chegar ao estado não havia qualquer medida de controle economicamente viável.

Após a introdução da vassoura-de-bruxa na Bahia, a produção do País reduziu em 75 % (Fig. 2), colocando um desafio singular à pesquisa. Um exaustivo programa foi rapidamente desenvolvido e conduzido com o objetivo de produzir avanços em todos os componentes de uma estratégia de manejo de doenças incluindo-se:

- a) Manejo fitossanitário: a forma mais antiga de controle foi melhorada incorporando conhecimentos adquiridos em epidemiologia da doença e fisiologia da formação e desenvolvimento de novos pontos de infecção (lançamentos, almofadas florais e frutos), permitindo o desenvolvimento de um preciso calendário de remoção de tecidos infectados, reduzindo a pressão de inóculo e assim a incidência da doença.
- b) Controle químico: dependente de um único fungicida à base de cobre, com efeito preventivo nos frutos em desenvolvimento durante muitas décadas, a recomendação foi ampliada para incluir fungicidas sistêmicos que reduzem a taxa de aumento da doença.
- c) Controle biológico: desde 1981, uma busca por microrganismos capazes de controlar o patógeno era realizada pela Ceplac na região Amazônica, onde o patógeno, o cacaueteiro e potenciais agentes de controle biológico co-evoluíram. Esse controle levou a Ceplac à produção semi-industrial do fungo *Trichoderma stromaticum* Samuels & Pardo-Schultheiss para aplicação nas fazendas, levando à comercialização do primeiro agente de controle biológico, Tricovab, usado no controle de um patógeno de cacau.
- d) Controle genético: a Ceplac investiu bastante esforço na coleta, preservação e avaliação de germoplasma no centro de diversidade da espécie, possuindo hoje a maior e mais diversa coleção de cacau do mundo, muitos dos acessos tendo resistência à vassoura-de-bruxa. Além disso, antes da chegada da doença na região, o Cepec já possuía em sua coleção a maioria dos clones citados como resistentes noutros países. Esses recursos levaram a Ceplac a recomendar 39 clones resistentes e dar suporte à renovação de mais de 150 mil hectares de plantações suscetíveis por clones resistentes, num prazo muito curto.

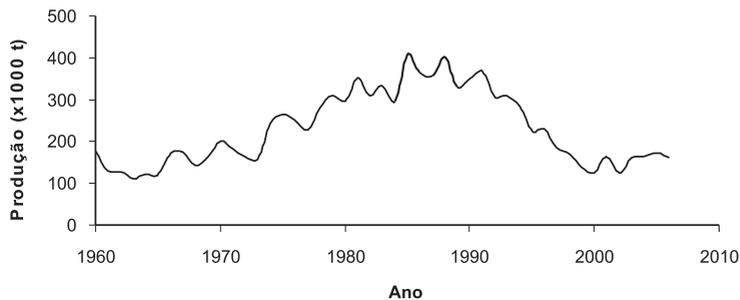


Fig. 2. Produção brasileira de cacau no período de 1960 a 2006, em mil toneladas por ano.

Fonte: Icco (1960-2005).

O efeito da estratégia desenvolvida e adotada tem contribuído para a recuperação da produção de cacau na Bahia em um período relativamente curto, quando comparado a experiências prévias em outros países da América do Sul que sofreram o efeito devastador da mesma doença. Essa estratégia tem sido hoje importada e adotada por vários outros países produtores com o mesmo problema.

Manejo e fertilidade de solos

Antes da criação do Cepec, a escolha de áreas para o cultivo de cacau, bem como a aplicação de fertilizantes, era feita seguindo critérios empíricos, incluindo-se a vegetação presente na área, aspectos gerais das plantas, cor e textura do solo obtida pelo tato. No período de 1963 a 1974, foi lançado um ambicioso programa de mapeamento dos solos das regiões cacaeiras do sul da Bahia e de Rondônia, cobrindo aproximadamente 9 milhões de hectares na Bahia e 65 mil hectares em Rondônia. Mapas de solos com certo nível de detalhe foram elaborados para essas duas regiões. Na Bahia, foram contempladas 31 unidades cartográficas que, de maneira geral, indicaram a aptidão agrícola e a capacidade de uso dos solos da região. Em 2002, o sistema de classificação dos solos da região foi atualizado, adequando-o ao sistema internacional de nomenclatura.

Posteriormente, com base nesses estudos e em informações climatológicas, a região cacaeira da Bahia foi dividida em 12 agrossistemas, que ainda hoje são usados como unidades de planejamento, e orienta as várias pesquisas nas áreas de solos, fitopatologia e teste de cultivares.

Paralelamente, desde a criação do Cepec, em 1964, pesquisas foram realizadas em laboratório e no campo, a fim de estabelecer as bases para o uso de fertilizantes no cultivo do cacaeiro. Mais de 200 microparcels foram instaladas na região, visando obter um diagnóstico nutricional dos principais solos do sudeste da Bahia e a determinação dos níveis críticos dos elementos

(VALLE, 2007). Esse estudo foi acompanhado por uma série de outros sobre adubação do cacau.

Em 1966, o Centro criou um laboratório de análise de solos para dar suporte às pesquisas na área de fertilidade de solos e orientar o produtor na adubação de suas plantações. O uso equilibrado de adubos e corretivos foi uma das ferramentas que possibilitaram elevar a produtividade da região cacauífera de 300 kg/ha para 750 kg/ha de cacau por hectare em menos de duas décadas.

Fisiologia do cacau

Os principais estudos na área de fisiologia aconteceram no sentido de entender a influência do ambiente nos mecanismos fisiológicos envolvidos no desenvolvimento da planta e na produção de cacau. Destacam-se, nessa área, os estudos que visavam entender os aspectos ambientais e mecanismos envolvidos na floração em cacau, o efeito da sombra na produção de cacau e o estabelecimento do cacau em sistemas agroflorestais.

Desenvolvimento de tecnologias pós-colheita

Os primeiros trabalhos de pós-colheita realizados contemplaram, principalmente, o entendimento do processo de fermentação das amêndoas, visando torná-lo mais eficiente e, ao mesmo tempo, propiciar o desenvolvimento do sabor típico do cacau. Nesse período, deu-se ênfase, também, ao estudo de métodos de secagem de cacau que atendessem propriedades de diferentes portes.

Atualmente, tem sido dada ênfase a tecnologias que agreguem valor ao produto, incluindo-se o desenvolvimento de tecnologias e de máquinas para a extração de sucos e para a fabricação de chocolate.

Análise crítica e perspectivas

As experiências com cacau demonstram que o desenvolvimento de um cultivo envolve não apenas o fornecimento de crédito aos produtores, mas também um sistema integrado que envolva o desenvolvimento tecnológico, a transferência desses conhecimentos e a solução de problemas-chave de infra-estrutura.

Assim, instituições de desenvolvimento agrícola, envolvendo todos esses aspectos, podem ser uma estratégia atrativa para algumas situações. Entretanto, tais agências, por terem forte e ampla atuação regional, tendem a atrair fortemente o interesse político e, com isso, padecer da interferência deste, podendo comprometer os objetivos de desenvolvimento e a transferência de tecnologias para os quais foram criadas.

Outra experiência com cacau, também válida para outros cultivos de exportação, é a necessidade de o País estabelecer constante diálogo com outros países produtores e consumidores, por meio das organizações internacionais que tratam dos interesses dos produtos em pauta. As negociações nessas organizações podem ter profundo impacto no agronegócio sob consideração.

Assim, a solução dos problemas de desenvolvimento agrícola nos trópicos deve passar não só pelo desenvolvimento tecnológico, mas também pelo acesso dos produtores a essas tecnologias e à infra-estrutura básica que torne o agronegócio competitivo e sustentável econômico e socialmente. Para isso, políticas públicas devem ser planejadas, de modo que as instituições envolvidas atendam a todos esses aspectos.

Referências

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cocoa (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmicaceae. **Mycologia**, v. 97, p. 1.012-1.022, 2005.
- BARTLEY, B. G. D. **The genetic diversity of cacao and its utilization** Oxfordshire, UK: Cabi Publishing, 2005. 341 p.
- CEPLAC **Diretrizes para expansão da cacauicultura nacional 1976-1985** Brasília, DF: Ceplac, 1977. 199 p.
- GARCEZ, A. N. R. **Instituto de Cacau da Bahia: meio século de história**. Salvador, ICB, 1981. 168 p.
- GARCEZ, A. N. R. **Ceplac de corpo e alma**. Ilhéus: Ceplac, 1985. 99 p.
- ICCO. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**. London, 1960-2005.
- HURST, W. J.; TARKA JUNIOR, S. M.; POWIS, T. G.; VALDEZ JUNIOR, F.; HESTER, T. R. Archaeology: Cacao usage by the earliest Maya civilization. **Nature**, v. 418, p. 289-290, 2002.
- VALLE, R. R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacau** Itabuna, BA: Gráfica e Editora Vital Ltda., 2007. 459 p.

Literatura recomendada

- ALVIM, P. T.; ROSÁRIO, M. **Cacau: ontem e hoje**. Itabuna: Ceplac, 1972. 83 p.
- CAMPBELL, L.; KAUFMAN, T. A linguistic look at the Olmecs. **American Antiquity**, v. 41, p. 80-89, 1976.

CEPLAC. **Procacau**: avaliação 1976-1982. Itabuna, 1982. 174 p.

SELIGSOHN, O. E. **Cacau da Bahia**: história e problemática. Salvador, BA: Ed. Beneditina Ltda., 1970. 122 p.

SILVA, L. F.; TOURINHO, M. M. **A Ceplac e o futuro das regiões cacaeiras do Brasil- Contribuição ao debate**. Brasília, DF: Ceplac, 1987. 142 p.

SILVA, L. F.; CARVALHO, R. C.; MELO, A. A. O.; DIAS, A. C. P. **Diagnóstico socioeconômico da região cacaeira**: solos e aptidão agrícola, v. 2. Ilhéus, BA: Ceplac/IICA, 1975. 179 p.

VIEIRA, J. H. C.; LAFLEUR, J. R.; GONÇALVES, S. R.; ALENCAR, M. H. **Ceplac 1974-1978**: os custos e benefícios do seu trabalho. Brasília, DF: Ceplac, 1978. 40 p.

Capítulo 2

Cultura do guaranazeiro: inovações tecnológicas

Walnice Maria Oliveira do Nascimento
José Edmar Urano de Carvalho
Ekkehard Gutjahr

O guaranazeiro [*Paullinia cupana* HBK var. *sorbilis* (Mart.) Ducke] é uma espécie amazônica cultivada há bastante tempo por diversas tribos indígenas que faziam uso de suas sementes tidas como estimulantes. Já se encontrava completamente domesticado quando os primeiros colonizadores adentraram as terras amazônicas (CLEMENT, 1999), sendo bastante citado nas crônicas e nos relatos de viagens de missionários e naturalistas que percorreram a Amazônia no período do Brasil colonial. O guaraná é a fruta que mais identifica e simboliza a Amazônia.

O padre João Felipe Betendorf, missionário da Companhia de Jesus, em 1669, foi o primeiro a relatar sua utilização pelos aborígenes amazônicos, em uma de suas crônicas (BETENDORF, 1910).

[...] Tem os Andirazes em seus matos frutinha que chamam guaraná, a qual secam e depois pisam, fazendo delas umas bolas, que estimam como os brancos o seu ouro, e desfeitas com uma pedrinha, com que vão roçando e em uma cuia bebida, dá tão grande força, que indo os índios à caça, um dia até outro, não tem fome, além do que faz urinar, tira febres e dores de cabeça e câimbras [...]

A popularização do guaraná teve início em 1921, quando uma grande companhia lançou um refrigerante com sabor guaraná no mercado brasileiro (ARAÚJO JÚNIOR, 1984). Ressalte-se que, em 1907, uma pequena indústria de Manaus, Estado do Amazonas, foi a pioneira na produção de refrigerante com esse sabor, cuja comercialização era limitada ao estado. Atualmente,

refrigerantes com sabor guaraná têm participação significativa no mercado, representando 25 % dos 11 bilhões de litros produzidos no Brasil (ASSOCIAÇÃO... 2006).

A maior parte da produção nacional de guaraná, cerca de 70 %, é destinada às indústrias de refrigerantes, sendo o restante utilizado na elaboração de xaropes, guaraná em pó e, em escala bem menor, de guaraná em bastão, forma utilizada pelos indígenas para conservar o produto e que, presentemente, ainda persiste, porém, só para atender o mercado de souvenirs.

Até o início da década de 1970, o cultivo do guaranazeiro era limitado ao Estado do Amazonas. Era praticado de forma empírica, praticamente como faziam os aborígenes amazônicos, sem nenhuma ordenação cultural; sem utilização de práticas como adubação, controle de plantas invasoras e podas de limpeza e de produção. Até mesmo as mudas eram oriundas de sementes que germinavam espontaneamente no solo, sob a copa de guaranazeiros, ou que eram dispersadas por pássaros.

O Decreto-Lei nº 5.823, de 14 de novembro de 1972, regulamentado pelo Decreto Federal nº 73.267 de 6 de dezembro de 1973, conhecido como “Lei dos Sucos”, que estabeleceu a obrigatoriedade de utilização do produto natural - (em proporção de 0,02 % a 0,2 %) em refrigerantes com o nome “Guaraná”, aumentou substancialmente a demanda do produto. Para cumprimento da legislação, houve estímulos para o aumento da área plantada e para o desenvolvimento de pesquisas de forma a assegurar a modernização e a sustentabilidade da cultura.

A guaranaicultura brasileira ocupa área de 14.108 ha, com produção média de 3.748,6 t nos últimos 10 anos. Os principais estados produtores são Bahia, Amazonas e Mato Grosso, que respondem por 47,6 %, 32,6 % e 15,2 %, respectivamente (IBGE, 2006). É atividade praticada, predominantemente, por agricultores familiares, com baixa utilização de insumos e que cultivam, no máximo, dois hectares.

As primeiras pesquisas sobre o guaraná enfatizaram o caráter químico, bromatológico e farmacêutico de suas sementes e suas aplicações terapêuticas. A pesquisa experimental, de finalidade agrônômica, foi desenvolvida inicialmente pelos antigos Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (Ipean), com sede em Belém, Estado do Pará, e Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental (Ipeaoc), com sede em Manaus, Amazonas. Hoje, esses institutos constituem duas das Unidades Descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Embrapa Amazônia Oriental e a Embrapa Amazônia Ocidental, respectivamente. Contudo, somente a partir de 1981,

com a criação do Programa Nacional de Pesquisa com Guaraná, pela Embrapa, foi registrado avanço no nível tecnológico da cultura (ATROCH, 2001).

Principais inovações na guaranaicultura

O processo produtivo do guaraná teve dois desdobramentos fundamentais: o primeiro caracterizou a fase essencialmente extrativista e o segundo distinguiu-se pelo interesse na dinamização de plantios em bases racionais (HOMMA, 1993). Até o início da década de 1970, o cultivo do guaranazeiro era considerado procedimento de exploração semi-extrativista, mesmo em áreas cultivadas, em razão, principalmente, do processo tradicional de cultivo, com limitações de infra-estrutura e que não possuía alternativas tecnológicas. As conseqüências desse modelo de cultivo foram baixos níveis de produtividade, como resultado, principalmente, da má qualidade das mudas, idade avançada dos plantios, alta variabilidade genética, incidência de pragas e doenças e a falta de tratamentos culturais adequados (TEIXEIRA et al., 1984).

Nas quatro últimas décadas, as atividades de pesquisa e desenvolvimento com o guaranazeiro propiciaram significativos avanços no conhecimento da planta e na tecnificação da cultura. As tecnologias geradas tiveram papel importante na consolidação de sistemas de produção que, conquanto ainda passíveis de serem substancialmente melhorados, asseguraram a expansão da área cultivada e aumentos de produção e de produtividade. Na maioria dos casos, as inovações tecnológicas no cultivo do guaranazeiro são compatíveis com o nível de agricultura praticada por agricultores familiares ou populações tradicionais da Amazônia, não envolvendo equipamentos e máquinas agrícolas sofisticadas, nem a utilização, em larga escala, de adubos químicos e agrotóxicos.

Entre essas inovações, destacam-se: sistemas de produção de mudas por sementes e por estacas de ramos; utilização de densidade de 400 plantas/ha (espaçamento de 5 m x 5 m) em cultivos solteiros, quando anteriormente esse número não chegava a 200 plantas/ha, dispostas de forma irregular, sem nenhuma ordenação; aplicação de podas de limpeza e de formação de copa, que contribuem sensivelmente para a redução de problemas fitossanitários e possibilitam melhor disposição dos ramos; utilização de cobertura morta logo após o plantio e durante todo o ciclo da cultura, o que reduz, em muito, os riscos de déficit hídrico condicionados por “veranicos” e os custos com o controle de plantas invasoras. A adoção dessas técnicas é suficiente para aumentar a produtividade de sementes torradas em 100 %. Em sistemas de produção com utilização de adubação, controle eficiente de invasoras, podas

de frutificação e de limpeza, tutoramento e densidade de 400 plantas/ha, tem sido alcançada produtividade de até 400 kg de sementes torradas por hectare por ano (TAVARES et al., 2005).

A introdução da cultura em áreas fora da Região Norte, em particular nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, constituiu fator preponderante para o grande aumento verificado na produção de guaraná (Fig. 1). No final da década de 1960, a produção brasileira de guaraná não ultrapassava 100 t/ano, rompendo, na última década, a barreira de 3 mil toneladas por ano. Na Região Nordeste, a cultura é praticada no Estado da Bahia, com área de 6.380 ha; no Centro-Oeste, no Estado do Mato Grosso, com 581 ha (IBGE, 2006).

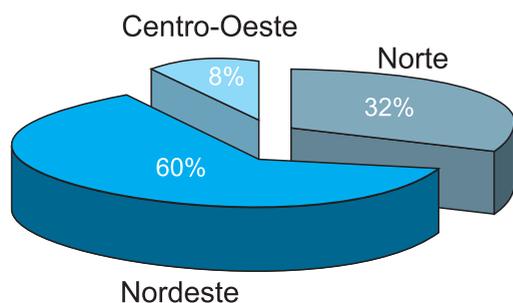


Fig. 1. Participação relativa da produção de guaraná nas diferentes regiões produtoras do Brasil no período de 1991 a 2005.

Fonte: Dados IBGE (2006).

No caso da Bahia, as pesquisas realizadas possibilitaram a identificação de áreas no sul do estado, com características propícias à cultura e onde a incidência de pragas e doenças é bem menor que na Amazônia. O sucesso da guaranicultura foi tão grande que, em menos de 40 anos, esse estado se tornou o maior produtor nacional de guaraná (IBGE, 2006). Para que isso se concretizasse, foram essenciais a elucidação de aspectos concernentes à viabilidade, germinação e comportamento das sementes no armazenamento, haja vista que tentativas anteriores de introdução da espécie na Bahia não lograram sucesso, pois as sementes perdiam a viabilidade durante o transporte por se enquadrarem no grupo de sementes com comportamento recalcitrante (CARVALHO et al., 1982). O conhecimento sobre as características biológicas da semente de guaraná, além de possibilitar o aumento da porcentagem de germinação de 45 % para valores acima de 80 % e manter as sementes viáveis por períodos muito superiores a quatro dias, acabaram com o mito de que “da Amazônia só sai semente de guaraná depois de torrada e o guaranazeiro só vive em Maués” (MAIA, 1972).

Tendo em vista a importância social e econômica da cultura para a Região Norte, especialmente para o Estado do Amazonas, em 1976 teve início o

programa de melhoramento genético do guaranazeiro, coordenado pela Embrapa Amazônia Ocidental. Foi dada prioridade para a seleção de matrizes com alta produtividade e tolerantes às doenças como a antracnose e o superbrotamento de ramos, causadas pelos fungos *Colletotrichum guaranicola* Albuquerque e *Fusarium decemcellulare* Brick, respectivamente, que constituíam os principais fatores de ameaça à sustentabilidade da cultura no estado (ALBUQUERQUE; DUARTE, 1999).

O guaraná é usado na indústria farmacêutica e na fabricação de refrigerantes, xaropes, sucos, pó e bastões. São atribuídos ao guaraná, entre outras, as seguintes propriedades: estimulante, afrodisíaco, ação tônica cardiovascular, combate a cólicas, nevralgias e enxaquecas e ação diurética e febrífuga.

No início da década de 1980, o crescente interesse pelo consumo de produtos naturais e o destaque dado às propriedades e utilizações dos alcalóides do guaraná levaram à expansão da demanda por novos produtos de guaraná. A obtenção do guaraná em pó solúvel por processo de atomização constituiu-se em importante avanço na tecnologia de processamento do guaraná. Até então, o guaraná em pó disponível no mercado era obtido pela simples trituração das sementes (NAZARÉ; FIGUEIRÊDO, 1982; NAZARÉ, 1998).

Nos últimos anos, tem crescido a utilização do guaraná em mistura com outras frutas – na formulação mix, principalmente com açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Também vem sendo utilizado em bebidas energéticas e também em mistura com a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.).

Paralelamente, foram desenvolvidos trabalhos que viabilizaram a clonagem das matrizes selecionadas, de forma a permitir a utilização, em escala comercial, dos genótipos com características superiores. Ressalte-se que isso era imprescindível, haja vista que a propagação por sementes não constitui método adequado de propagação do guaranazeiro, pois ocorrem pronunciadas variações entre descendentes de uma mesma planta-mãe, uma vez que a espécie é essencialmente alógama (ESCOBAR et al., 1984).

Estabeleceu-se, então, metodologia para a propagação do guaranazeiro por estacas de ramos, consolidando eficiente sistema de produção de mudas por via assexuada (CORRÊA et al., 1984). Essas pesquisas possibilitaram que, em 1999, fossem disponibilizados para o setor produtivo os dois primeiros clones de guaranazeiro: ‘BRS-Amazonas’, com tolerância à antracnose e produtividade média de 1,49 kg de semente torrada/planta.ano; e ‘BRS-Maués’, com produtividade média de 1,55 kg de semente torrada/planta.ano e tolerância à antracnose e ao superbrotamento (NASCIMENTO FILHO et al., 1999). A partir do ano de 2000, foram lançados mais dez clones, produtivos e resistentes à antracnose, cujas características morfológicas e agrônômicas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características morfológicas e agronômicas de clones de guaranazeiro, recomendados pela Embrapa Amazônia Ocidental para plantio no Estado do Amazonas.

Nome	Cor de frutos	Número de colheita/ano	Semente torrada (kg/planta-ano)
BRS-CG648	Vermelho-amarelado	3	1,5
BRS-CG612	Amarelo-avermelhado	3	1,1
BRS-CG882	Vermelho-amarelado	4	1,1
BRS-CG611	Vermelho-amarelado	4	1,4
BRS-CG372	Vermelho-amarelado	3	1,5
BRS-CG189	Vermelho-amarelado	3	1,0
BRS-CG505	Vermelho-amarelado	5	1,1
BRS-CG610	Vermelho-amarelado	3	1,1
BRS-CG850	Amarelo-alaranjado	4	1,3
BRS-CG608	Amarelo-avermelhado	4	1,3

Fonte: Tavares et al. (2005).

As inovações tecnológicas na cultura do guaranazeiro proporcionaram melhoria no sistema tradicional de produção, que se caracteriza pela não utilização de qualquer tipo de insumos e de manejo do pomar, com exceção de uma capina, efetuada pouco antes do período de colheita. Nesse sistema, a produtividade é baixa, em torno de 60 kg de sementes torradas/ha-ano, e o principal componente do custo de produção é representado pela mão-de-obra utilizada nas operações de colheita e beneficiamento.

Apesar das pesquisas com o guaranazeiro, observa-se que, nos últimos anos, a cultura está passando por crise. A evolução da produtividade e da área colhida não apresentou reflexo significativo nas principais regiões produtoras, Norte e Nordeste, com queda acentuada no rendimento médio da cultura (Fig. 2).

No Estado do Amazonas produziu-se apenas 530 toneladas de sementes torrada de guaraná no ano de 2001, que foi a menor produção registrada desde 1996. Com relação ao preço, também ocorreu redução. No ano de 2003, foi registrada queda acentuada no preço pago ao produtor por quilo de semente torrada, cerca de R\$ 7,03 ou o equivalente a US\$ 3,98. Esse valor foi o equivalente a 57 % do preço de R\$ 12,36 ou US\$ 7,00 pago no ano de 1994 (Fig. 3).

De modo geral, essa tendência está sendo verificada em alguns produtos agrícolas. Contudo, em outro tipo de cultura, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, *Manihot utilisima* Pohl) e o milho (*Zea mays* L.), esse quadro

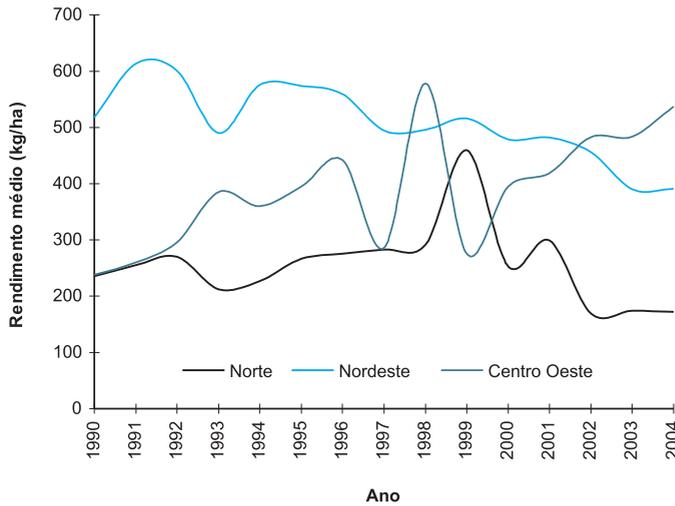


Fig. 2. Rendimento médio, por região produtora de semente torrada de guaraná no Brasil.

Fonte: Dados IBGE (2005).

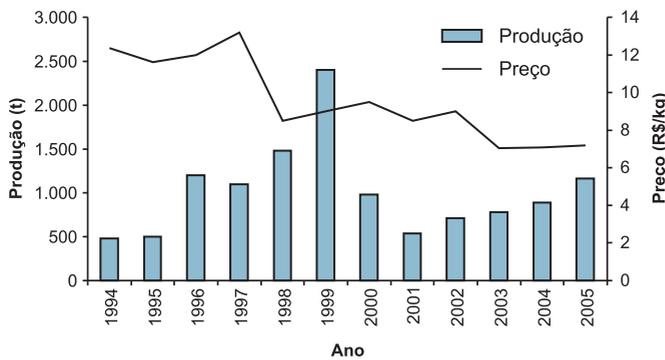


Fig. 3. Evolução da produção e do preço de semente torrada de guaraná no Estado do Amazonas; valores corrigidos pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas.

Fonte: Dados IBGE (2006).

negativo foi compensado pelo setor produtivo com o aumento de produtividade, o que não ocorreu com a cultura do guaraná, principalmente no Estado do Amazonas, com produtividade de 153 kg/ha na safra 2004/2005. Isso se deve, sobretudo, ao sistema de cultivo adotado por produtores do estado, o qual se caracteriza por baixo índice de adoção tecnológica, que é refletido na produtividade. Apesar da baixa rentabilidade da cultura, as principais empresas ligadas à indústria de refrigerante encontram-se sediadas no Estado do Amazonas, o que garante a compra de cerca de 40 % da produção local. Por esse fato, o Amazonas obteve o melhor preço pago pelo produto, em torno de R\$ 7,00 (US\$ 3,96) por quilograma. No Estado do Mato Grosso, o rendimento médio registrado foi de 538 kg/ha e o preço pago foi de apenas R\$ 3,00 (US\$ 1,70) por quilograma de semente torrada (Fig. 4).

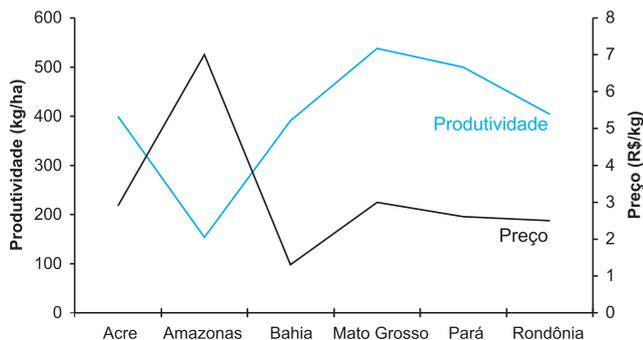


Fig. 4. Produtividade e preço de semente torrada de guaraná nos principais estados brasileiros produtores. Safra 2004/2005.

Fonte: Dados IBGE (2005).

Perspectivas para a produção de guaraná

A guaranicultura, não obstante os avanços verificados nas últimas décadas, ainda constitui atividade de baixa rentabilidade econômica, pois a produtividade ainda é muito baixa. A produção atual só é suficiente para as necessidades da indústria de refrigerantes do Brasil o que, de certa forma, limita a conquista e a expansão de mercados. Ressalte-se que pequena parcela da produção é exportada para outros países, especialmente para o Japão, onde o produto é utilizado na fabricação de refrigerantes e na indústria farmacêutica.

Vale ressaltar que a atual produção brasileira de guaraná é advinda da exploração de sistemas produtivos com pouca variabilidade genética e em forma de monocultivo, os quais não se mostraram sustentáveis na ocupação histórica do Bioma Amazônia no Estado do Amazonas, onde são encontradas as maiores áreas com cultivo de guaraná. A baixa rentabilidade dos atuais sistemas produtivos é reflexo de monocultivo adotado, o qual gera apenas uma receita por ano e baixos índices de produtividade.

É necessária a adoção de linhas de pesquisas que direcionem o cultivo de guaraná em sistemas agroflorestais, consorciando-o com outras culturas de valor econômico. A importância de consorciar o guaraná com outras espécies se evidencia no controle natural do tripses (*Liothrips adisi* Strassen). Esse inseto-praga é conhecido popularmente como o *plâncton do ar* pelo fato de poder ficar solto no ar, podendo, dessa forma, ser disperso facilmente pela ação do vento. Consorciando o guaranazeiro com árvores, criam-se barreiras naturais que dificultam a disseminação desse inseto, que chega a causar redução em torno de 50 % na produção.

A alternativa é a renovação dos plantios, com a introdução de novas cultivares multiplicadas de forma vegetativa, as quais tendem a aumentar a produtividade e reduzir o ataque de pragas e doenças, viabilizando, dessa forma, não apenas a maior rentabilidade econômica da cultura, como também o melhor aproveitamento da mão-de-obra. Com a adoção dessas medidas, há perspectivas de atingir aumento na produtividade, por planta, em até 3 kg de semente torrada/ano, o que corresponderia, em sistemas com 400 plantas/ha, à produção de 1,2 t/ano.

Apesar de alguns entraves para a viabilização econômica da cultura, o mercado do guaraná é promissor. Se fosse atendida apenas a obrigatoriedade da “lei dos sucos” para a utilização da quantidade mínima estabelecida, isto é, 0,02 % de extrato concentrado de guaraná, seriam necessárias 550 t/ano. No caso da concentração máxima de 0,2 %, esse valor passaria para 5.500 t/ano de sementes torradas. Entretanto, o Brasil produziu, no ano de 2006, somente 2.361 t/ano (IBGE, 2006), faltando, portanto, mais 46 % para o cumprimento da legislação.

Em áreas tradicionalmente produtoras de guaraná na Região Norte, investimentos em capacitação de técnicas de manejo como a poda de limpeza e frutificação mostrariam resultados impressionantes em curto prazo. Porém, esse manejo ainda é considerado um desafio, principalmente nas regiões onde o guaraná é tratado como planta meramente extrativista, o que inibe a introdução de qualquer inovação tecnológica. Entretanto, a cultura do guaraná tem papel fundamental na economia das regiões produtoras, principalmente no Município de Maués, onde é considerado o mais importante *cash-crop* dos produtores locais, pela não existência de outra opção econômica para as famílias.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. C. de; DUARTE, M. de L.R. Doenças da cultura do guaranazeiro. In: DUARTE, M. de L.R. (Ed.). **Doenças de plantas no Trópico Úmido brasileiro**. J. Plantas industriais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p. 89-120.
- ARAÚJO JÚNIOR, J. de S. Agroindústria do guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa-UEPAE de Manaus, 1984. p. 151-154.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS. **Participação sabores 2006 (%)**. Dados de mercado: Refrigerante. Disponível em: <http://www.abir.org.br/article.php3?id_article=2584> Acesso em: 19 fev. 2007.
- ATROCH, A. L. Principais resultados de pesquisa com a avaliação de clones de guaranazeiro no período de 1985 a 1994. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ, 1., 2001, Manaus. **Resumos...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 26-27. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16). Disponível em: <http://ww.cpa.embrapa.br/servicos/livraria/arquivos_gratis/Doc%2016.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2007.
- BETENDORF, J. F. Crônica da missão dos padres da Companhia de Jesus no estado do Maranhão. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1-679, 1910.

CARVALHO, J. E. U. de; FRAZÃO, D. A. C.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; OLIVEIRA, R. P. de. **Conservação de sementes de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 12 p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 35).

CLEMENT, R. C. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

CORRÊA, M. P. F.; ESCOBAR, J. R.; FONSECA, C. E. L. da. Propagação vegetativa do guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) alguns resultados de pesquisa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa-UEPAE de Manaus, 1984. p. 204-219.

ESCOBAR, J. R.; CORREA, M. P. F.; AGUILERA, F. J. P. Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p. 615-622, 1984.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: limite e oportunidades**. Belém: Embrapa-CPATU; Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 202 p.

IBGE. **Censo agrícola 2005**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela.2005>>. Acesso em: 2 fev. 2007.

IBGE. **Censo agrícola 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa>>. Acesso em: 2 mar. 2007.

MAIA, A. L. O guaraná. Salvador: AEABA, 1972. 16 p. Não publicado.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; CRAVO, M. da S.; MACÊDO, J. L. V.; GARCIA, T. B.; COSTA JÚNIOR, R. C.; RIBEIRO, J. de R. C. **Clones de guaranzeiro para o estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnico, 1).

NAZARÉ, R. F. R. de; FIGUEIRÊDO, F. J. C. **Contribuição ao estudo do guaraná**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 40 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 4).

NAZARÉ, R. F. R. de. **Processamento de guaraná em pó solúvel**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 24 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 95).

TAVARES, A. M.; ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do; PEREIRA, J. C.; ARAÚJO, J. C. A.; MORAES, L. A. C.; PEREIRA, J. C. R. (Ed.). **Cultura do guaranzeiro no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistema de Produção, 2).

TEIXEIRA, S. M.; CORRÊA, M. P. F.; GOMES, R. A. R.; OLIVEIRA, M. G. C.; PINTO, A. D. Caracterização da guaranaicultura no estado do Amazonas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa-UEPAE de Manaus, 1984. p. 486-499.

Capítulo 3

O agronegócio da floricultura no Brasil

Levi de Moura Barros
Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho
Francisco José Gemma Bongers
Sergio Baima

A floricultura, aqui definida como as atividades econômicas que envolvem a produção de flores de corte, vasos e jardinagem, é uma alternativa viável, técnica e economicamente, para a geração de emprego e renda no País em razão da existência, em todas as regiões, de clima e de solos apropriados para o cultivo das espécies comercializadas nos principais mercados. Tem como características marcantes a possibilidade de retorno econômico relativamente rápido em pequenas áreas e ser uma atividade típica da agricultura familiar (Fig. 1). Cria muitos postos de trabalho, em média de 10 pessoas/ha a 15 pessoas/ha (HÁBEIS MÃOS, 2006), contribuindo para a fixação do homem no campo e para a ocupação das áreas com aptidão agrícola no entorno das grandes cidades.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 1. Cultivo de crisântemos nos moldes do sistema de agricultura familiar, Ceará.

O Produto Interno Bruto (PIB) da floricultura, em âmbito mundial, é avaliado em US\$ 102 bilhões, dos quais US\$ 82 bilhões são gerados por flores e plantas, US\$ 19 bilhões por mudas e o restante por bulbos, sendo que o fluxo anual no comércio internacional é estimado em US\$ 9 bilhões (OPITZ, 2006b). A globalização abriu espaços para novos pólos de produção, com destaque para Colômbia, Equador, Costa Rica, Estados Unidos da América, Israel, África do Sul e Espanha, antes dominado por alguns países europeus (LOIOLA et al., 2007).

No Brasil, não existem estatísticas que mostrem, de forma abrangente, a realidade atual da floricultura em todo o território (FLORESCIMENTO, 2006), sendo possível que significativa fatia da produção e da comercialização não esteja corretamente registrada. A adequação das metodologias de coleta, processamento e divulgação das informações possibilitarão caracterizar e avaliar o setor de forma mais realista, auxiliando na tomada de decisões dos setores privado e público. A área com flores e plantas ornamentais é estimada em 9 mil hectares (SALOMÉ, 2007), concentrada nos estados de São Paulo (6.480 ha), Rio Grande do Sul (810 ha) e Santa Catarina (450 ha). São mais de 7 mil produtores (IBGE, 2002) e 160 mil empregos, dos quais, 50 % diretamente no campo, 40 % no comércio varejista (20 mil pontos de venda) e 10 % em outras funções de apoio (FLORESCIMENTO, 2006). O PIB do negócio está estimado em US\$ 1,1 bilhão (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007c) e as exportações alcançaram, em 2006, US\$ 29,6 milhões, que representam apenas 0,33 % do total do comércio mundial. É um valor muito abaixo do possível e desejável, considerando o potencial de produção no País. As perspectivas, porém, são de crescimento em razão dos esforços promocionais que vêm sendo feitos por diferentes instituições, privadas e públicas. Também é esperada maior contribuição do sistema cooperativo de pesquisa, ainda pouco articulado e com poucos investimentos.

Histórico da floricultura no Brasil

O mais antigo registro de produção é de 1870, com a fundação do Orquidário Binot, em Petrópolis, no Rio de Janeiro. Seguiu-se o cultivo de dalias (*Dahlia* spp.), em 1893, e rosas (*Rosa* spp.), em 1929, por produtores alemães em São Paulo (HOMENAGEM AOS ARTISTAS, 2005). Em termos de flores e plantas tropicais, foi marcante a passagem do paisagista Roberto Burle Marx em Pernambuco a partir de 1934 (VIVA BURLE MARX, 2006). Para fins práticos, no entanto, a floricultura comercial começou na década de 1950, por

imigrantes, nas regiões Sudeste e Sul do País. Até o final da década de 1960, a atividade era amadora, quando foi criada, em 1969, a seção de floricultura do Mercado de Flores da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) (CENTRAIS DO BRASIL, 2006). Porém, o evento mais marcante da história da floricultura nacional foi a criação, em 1950, da Cooperativa Agropecuária de Holambra pelos holandeses (IBGE, 2007), hoje, o principal centro de produção e comercialização do País. Na verdade, a história da floricultura brasileira está intimamente relacionada com o Estado de São Paulo, o maior consumidor, produtor, importador e exportador do País, com 73,9 % dos resultados da balança comercial em 2006. Nesse estado, são praticadas as técnicas mais modernas de comercialização, como as vendas eletrônicas e por leilão (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007b,c).

As grandes mudanças na floricultura brasileira ocorreram no final dos anos de 1980, nos setores produtivo e comercial. No setor produtivo, pela adoção de técnicas como cultivo protegido (Fig. 2 e 3) e sistemas de aquecimento, refrigeração, irrigação (Fig. 4) e cortinas móveis, que permitem controlar o clima e produzir com qualidade e quantidade, durante o ano inteiro. No setor comercial, a criação do Veling Holambra, em 1989, que acarretou transformações substanciais no mercado, as quais acabaram influenciando, também, no comportamento e nas práticas do setor produtivo (SALOMÉ, 2007).

Anteriormente concentrada nas regiões Sudeste e Sul, a floricultura vem, nos últimos anos, avançando para outras regiões por causa da implantação de novos pólos regionais. Esses contam, atualmente, com áreas de produção de flores (Fig. 5 e 6) e de folhagens tropicais (Fig. 7), principalmente (OPITZ, 2006a). Os fatos mais marcantes da história da floricultura brasileira estão resumidos na Tabela 1.

Foto: Fernando Antonio de Souza Aragão



Fig. 2. Produção de rosas em sistema sofisticado de cultivo protegido, Ceará.

Foto: David Santos Júnior



Fig. 3. Produção de antúrio em sistema simples de cultivo protegido, São Paulo.

Foto: Fernando Antonio de Souza Aragão



Fig. 4. Produção de rosas sob fertirrigação, Ceará.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 5. Produção de sorvetão em sistema aberto, Ceará.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 6. Produção de helicônia em sistema aberto, Pernambuco.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 7. Produção de folhagem em sistema aberto, Rio de Janeiro.

Oportunidades para o desenvolvimento do agronegócio das flores

Ambiente favorável à produção

O Brasil tem potencial para ampliar a fatia de mercado que ocupa e avançar com competitividade na conquista de mais espaços, no âmbito internacional, pelas vantagens que oferece aos empreendedores. Entre as oportunidades,

Tabela 1. Fatos marcantes da história da floricultura brasileira.

Períodos	Descrição
Antes de 1950	Em São Paulo: 1) Os alemães Dierberger iniciaram o cultivo de dalias e instalaram um empório para vender frutas e flores; 2) Os Boettcher iniciaram o cultivo de rosas numa chácara no atual Bairro do Jabaquara e, posteriormente, expandiram a produção para a Fazenda Roselândia, em Cotia. Foram os pioneiros em estratégias de marketing para comercializar flores; 3) Colônias japonesas iniciam o cultivo de várias espécies de flores e plantas ornamentais ao redor da cidade de São Paulo
1950 a 1960	Início do cultivo de gladiolos (<i>Gladiolus hortulanus</i> L. H. Bailey) pelos imigrantes holandeses Harry Bos e Wim Welle na região de Holambra, São Paulo
1960 a 1975	Barbacena, Minas Gerais, se transforma em pólo produtor de rosas, com os primeiros cultivos em sistema protegido. Início da produção de gladiolos, em larga escala, pelos imigrantes holandeses de Wit, Schoenmaker, Bakker, van Leeuwen, van Vliet e Martins; e início do cultivo de flores e plantas ornamentais em Atibaia, Arujá, São Roque e outras áreas no entorno da cidade de São Paulo
1975 a 1985	Início do cultivo protegido de flores e plantas ornamentais em larga escala; primeiros projetos voltados para a exportação de flores de corte em Minas Gerais; Início do cultivo de crisântemos pelas famílias holandesas Schoenmaker, van Schaik, van den Broek e de Wit. Início da produção, em larga escala, de bulbos de gladiolos para exportação para Argentina, Holanda e Itália; Venda de bulbos de gladiolos para Gravata, no Estado de Pernambuco e Friburgo, no Rio de Janeiro
1985 a 1989	Início da produção de violetas (<i>Saintpaulia ionantha</i> H. Wendl.) e calanchoes (<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln.); Início da produção, em estufas, nas serras do sul de Minas Gerais, de rosas para exportação; Ampliação do cultivo de rosas, crisântemos [<i>Dendranthema grandiflorum</i> (Ramat.) Kitam.] e gladiolos em Nova Friburgo, Rio de Janeiro
1989 a 1995	Introdução, em abril de 1989, pela Holambra, do conceito holandês de comercialização pelo sistema Veiling-Leilão de Flores; surgimento do pólo regional de produção de flores tropicais em Pernambuco
1995 a 1998	Início do plantio de flores e plantas ornamentais nas demais regiões do País; comercialização de mudas de crisântemos, violetas, calanchoes e azaléas (<i>Rhododendron</i> spp.) em Holambra
1998 a 2007	Fomento para produção pelo programa da Apex em 16 pólos regionais; Criação de um pólo de produção, em cultivo protegido, no Ceará, de rosas para exportação; Produção intensiva de orquídea do gênero <i>Phalaenopsis</i> Blume, em São Paulo

citam-se a vasta disponibilidade de terras aptas para plantio, clima que permite o cultivo das principais espécies de valor comercial, infra-estrutura favorável à produção, disponibilidade de mão-de-obra qualificada ou apta para a qualificação e grande diversidade de espécies nativas com potencial ornamental. A rentabilidade dos negócios da floricultura é também um incentivo ao crescimento do setor, por ser atividade agrícola que requer pequena área de cultivo, permitindo o aproveitamento de áreas marginais da agricultura tradicional. Assim, além de possibilitar alto rendimento por área cultivada, pode constituir fonte alternativa de renda para pequenos proprietários localizados próximos a centros comerciais (MARQUES; CAIXETA FILHO, 2003)

Mercado interno

O mercado interno é caracterizado pelo baixo consumo per capita, pequeno número de compradores freqüentes, compras centradas em produtos tradicionais e demanda concentrada em datas especiais e comemorativas. Não obstante, pode e deve ser entendido como um ponto forte, uma vez que as exportações representam fatia muito pequena do PIB desse agronegócio. E, embora o consumo interno esteja em torno de US\$ 6,00 per capita, as vendas poderão alcançar pelo menos o dobro desse valor, se forem superadas restrições econômicas e culturais existentes (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007c). As principais espécies produzidas e comercializadas no mercado interno estão listadas na Tabela 2.

Mercado externo

A participação do Brasil no comércio internacional de produtos da floricultura vem se fortalecendo ao longo dos últimos anos, tanto que no período de 2001 a 2006 as vendas cresceram 124,5 %, com a obtenção de sucessivos recordes anuais (Tabela 3), o que tem permitido superar a estagnação vivida durante os anos 1990, quando exportava valores próximos a US\$ 11 milhões por ano (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007a). Não obstante, a participação das exportações ainda é pouco significativa, já que representam menos de 3 % do valor do PIB nacional. Estima-se, porém, que existe potencial para crescimento dos atuais 0,3 % para 1,5 % do mercado mundial nos próximos anos (OPITZ, 2006b).

Em 2006, as principais espécies exportadas foram mudas, principalmente de crisântemos [*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitam.] e de outras

Tabela 2. Principais flores e plantas ornamentais consumidas no Brasil, 2005.

Folhagem de vaso	Flor de corte	Flor de vaso
Ficus (Ficus benjamina L.)	Rosa (Rosa spp.)	Crisântemo (D. grandiflorum)
Schefflera [Schefflera arboricola (Hayata) Merr.]	Crisântemo [Dendranthema grandiflorum (Ramat.) Kitam.]	Violeta (Saintpaulia ionantha H. Wendl.)
Singônio (Syngonium angustatum Schott)	Lírio (Lilium spp.)	Kalanchoe (Kalanchoe blossfeldiana Poelln.)
Samambaia (Nephrolepis spp.)	Gérbera (Gerbera jamesonii Adlam.)	Begônia (Begonia spp.)
Tulia (Chamaecyparis spp.)	Tango (Solidago sp.)	Azaleia (Rhododendron spp.)
Jibóia [Epipremnum pinnatum (L.) Engl.]	Gladiolo (Gladiolus hortulanus L. H. Bailey)	Lírio (Lilium spp.)
Filodendro (Philodendron spp.)	Aster (Aster spp.)	Bromélia (Vriesea spp., Neoregelia spp.)
Comigo-ninguém-pode (Dieffenbachia spp.)	Gipsofila (Gypsophila spp.)	Orquídea (Cattleya spp., Dendrobium spp., Phalaenopsis spp.)

Fonte: Adaptado de Junqueira e Peetz (2007c).

Tabela 3. Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais no período de 2001 a 2006.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Valor em US\$ milhões FOB ⁽¹⁾	13,20	14,92	19,43	23,50	25,75	29,63
Crescimento em relação ao ano anterior (%)	-	13,03	30,23	20,95	9,57	15,07

⁽¹⁾FOB - *Free on Board*, expressão inglesa aplicada ao valor bruto da mercadoria, sem considerar impostos e outros custos que são agregados ao preço final do produto.

Fonte: Junqueira e Peetz (2007a).

espécies de plantas ornamentais; bulbos, especialmente gladiolos (*Gladiolus hortulanus* L. H. Bailey), e amarílis (*Hippeastrum x hybridum* Hort.); e diversas flores de corte, a exemplo de rosas, gérberas (*Gerbera jamesonii* Adlam), lírios (*Lillium* spp.), buquês mistos e flores tropicais (OPITZ, 2005). Em relação aos compradores, a Holanda continua como destino principal em valor comercializado (49,1 %), seguida dos Estados Unidos da América (24,4 %), da Itália (9,2 %), do Japão (3,8 %), do Uruguai (2,6 %) e da Bélgica (2,4 %) (KIYUNA et al., 2007).

Capacidade de empreendimento da iniciativa privada

O setor privado tem sido o diferencial para o sucesso desse agronegócio, comprovado no fato de ter se estabelecido sem o favorecimento inicial de políticas públicas e incentivos fiscais, como ocorreu com outros agronegócios de destaque do País. Atualmente, estão sendo implementadas algumas políticas e ações governamentais para o avanço do negócio, da produção à exportação. Foram iniciativas importantes dos empreendedores, a criação de associações e eventos para divulgação e comercialização dos seus produtos. Como exemplo, destaca-se a Central de Produtores de Flores e Plantas Ornamentais do Estado de São Paulo (ACPF), criada em 1972, cujo sucesso resultou no surgimento de outras associações nos demais estados brasileiros (CLARO et al., 2001). Entre os eventos, os mais importantes, por serem de alcance internacional, são a *Festa Holandesa das Flores (Exploflora)* e a *Exposição Técnica de Horticultura, Cultivo Protegido e Culturas Intensivas (Hortitec)*, ambos realizados anualmente em Holambra, São Paulo.

Outras iniciativas de destaque foram: a) a criação, em 1994, do Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), organização não-governamental composta por representantes de diversos segmentos da floricultura. Suas ações são integradas com a Câmara Setorial de Flores e Plantas Ornamentais e demais

órgãos públicos e privados ligados ao agronegócio (ESTILO IBRAFLOR, 2006); e b) o Programa FloraBrasilis, resultante do convênio entre a Agência de Promoções de Exportações e Investimento (Apex) e o Ibraflor, que foi o primeiro a estabelecer um selo de qualidade para flores e plantas ornamentais no Brasil, implantado em 2001. Suas ações são voltadas, principalmente, para as áreas de tecnologia, gestão empresarial e comercialização, bem como para participação em feiras e missões nacionais e internacionais (A IDÉIA NA PRÁTICA, 2006).

Fatores condicionantes para o desenvolvimento do agronegócio das flores

Importação de material genético e outros insumos

Para a obtenção de produtos com qualidade para exportação, há necessidade da importação de materiais básicos para a produção, como bulbos, mudas e outros insumos. Essas transações são afetadas sempre que a política cambial for desfavorável às importações. Mesmo assim, as compras têm se mantido estáveis e representam, aproximadamente, 30 % do valor exportado. Esse indicador aponta, portanto, para a continuidade do movimento de estabilidade da produção de flores e plantas ornamentais do Brasil, pelo menos em curto prazo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007d).

Observação das normas internacionais para uso de material protegido

Apesar da lei de proteção de cultivares¹ ter sido aprovada em 1997, a criação de cultivares de produtos da floricultura ainda é pouco exercitada no Brasil. São poucos os programas de melhoramento e pequena a disponibilidade de material genético das espécies mais comercializadas, principalmente para flor de corte. As principais cultivares advêm de programas de melhoramento de outros países, o que aumenta os custos de produção. Os detentores dos direitos de proteção, filiados à União Internacional para Proteção das

¹ Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997.

Obtenções Vegetais (Upov), reclamam dos constantes desrespeitos às normas vigentes, constituindo ameaça às exportações brasileiras.

Funcionamento das cadeias produtivas

As cadeias produtivas da floricultura, de modo geral, são compostas pelos fornecedores de insumos, produtores e varejistas, já que não existe industrialização dos produtos. Além disso, exigem boa complementaridade de apoio e logística na colheita, pós-colheita, embalagem, armazenamento e transporte do local de produção aos pontos de venda, por serem produtos essencialmente delicados e perecíveis. A sustentabilidade do negócio depende do bom funcionamento de cada cadeia, o que exige capacidade técnica, profissionalismo e visão empresarial na definição de cultivares específicas para cada mercado, técnicas adequadas de produção e pós-colheita, até a chegada do produto no destino final.

Ameaças internas

Apesar dos números que gera, esse agronegócio demanda o emprego de tecnologias avançadas, tanto no setor produtivo como nas atividades pós-colheita (armazenamento, embalagem e transporte), com as eventuais falhas em qualquer etapa ameaçando o sucesso dos empreendimentos. Os cultivos no Brasil são realizados com tecnologias adaptadas de outras regiões e outros cultivos, uma vez que não foram originadas de pesquisas no País. Outra ameaça à floricultura está no fato dos seus produtos não serem de necessidade básica, sendo alvo de redução no consumo em quaisquer situações econômicas ou políticas adversas. Entretanto, poucas são as alternativas para redirecionamento das vendas em situações de crise, como a culinária sofisticada que utiliza poucas espécies, absorvendo volume quase insignificante em relação à produção mundial. Finalmente, por serem delicados e perecíveis, os produtos da floricultura são exportados por via aérea, de custo mais elevado, demandando logística especial e frequência de vôos para os principais destinos, o que não ocorre atualmente.

Ameaças externas

Não só no plano interno são identificadas ameaças à floricultura brasileira. São cada vez maiores as exigências dos países compradores em relação aos

aspectos fitossanitários e à presença de resíduos de defensivos químicos nos produtos importados. Como a demanda não estimula as indústrias de defensivos a desenvolverem e registrarem produtos químicos específicos para as várias espécies cultivadas, os produtores utilizam produtos registrados para outros cultivos, muitos dos quais não aceitos pelos compradores. Com isso, o setor produtivo fica em situação de risco, pois se não utilizar os defensivos poderão ocorrer problemas de produção e qualidade dos produtos e, se utilizar defensivos não registrados pode ter seus produtos rejeitados. A inclusão da floricultura no programa de Produção Integrada (PI) permitirá a obtenção de produtos de melhor qualidade pela minimização do uso de insumos poluentes e contaminantes (RODRIGUES, 2005). Outra barreira não tarifária muito comum é a não preservação do ambiente. A fiscalização efetiva nas áreas produtivas é dificultada, principalmente, pelo tamanho das áreas cultivadas, de até três hectares, e pela grande diversidade de espécies. Com exigências internacionais cada vez maiores, esta é uma ameaça iminente ao comércio de produtos não-certificados.

Outra forte ameaça está no fato de os principais exportadores da América Latina – Colômbia, Equador e Costa Rica – possuírem mercados internos pequenos, o que os tornou melhores competidores no mercado externo, a forma mais importante de escoamento dos seus produtos. Por isso, monitoram permanentemente o mercado comprador, aperfeiçoando a qualidade dos seus produtos. Entre as ações conhecidas e praticadas por esses países está a certificação de produtos em consonância com as pressões pela preservação ambiental. Alguns deles usufruem de vantagens comerciais oferecidas pelos compradores europeus, como baixíssimas tarifas de importação e vantagens em relação aos Estados Unidos da América, como é o caso da Colômbia, favorecida a pretexto de combate ao narcotráfico. O Brasil não usufrui dessas vantagens e ainda é sobretaxado, o que reduz a competitividade dos seus produtos (ANEFALOS; CAIXETA FILHO, 2005). Uma ameaça mais recente é o crescimento da participação da China no mercado mundial, especialmente nos segmentos de produção de materiais propagativos, como bulbos e mudas (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007a).

Políticas públicas

Entre as políticas públicas que favoreceram o desenvolvimento da floricultura destacam-se: a) criação da Câmara Setorial de Flores e Plantas Ornamentais de São Paulo em 1992. A partir de sua atuação, outros estados começaram a fazer o mesmo, inclusive o governo federal, com a implantação da Câmara Setorial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em

2003); b) inclusão da floricultura no Frupep (Programa de Apoio a Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais) – programa do Mapa criado em 1993, tomando por base a experiência bem sucedida da fruticultura irrigada do Nordeste – e na Apex, programa de apoio às exportações do Brasil; c) criação do Plano Plurianual (PPA) Flores e Plantas Ornamentais 2000-2003 para incentivo à atividade e do PPA 2004-2007 voltado para a cadeia produtiva como negócio estratégico para o País.

Em relação ao crédito, existem vários programas intermediados pelos bancos oficiais, com as mesmas linhas existentes para os demais setores agrícolas. No setor de serviços, destacam-se o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (Infraero) e a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT) (CORREIOS DA EXPORTAÇÃO, 2005).

Pesquisa, ensino e extensão

A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico tiveram início na década de 1940, no Instituto Agrônomo (IAC) em Campinas, São Paulo. As primeiras espécies estudadas, orquídeas (Fig. 8) e rosas, são as mais importantes culturas, respectivamente, de clima tropical e temperado. Em 1998, foi oficialmente lançada, pelo IAC, a primeira cultivar criada no País, o antúrio Astral (*Anthurium andraeanum* Linden ex André) (CASTRO et al., 2005). Por motivos diversos, até o início deste século a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) não tinha programas de pesquisa com floricultura, embora algumas Unidades desenvolvessem ações para atender a demandas localizadas, sendo pioneira a Embrapa Agroindústria Tropical que, na primeira metade da década de 1990, formou um grupo de pesquisa atuando na pesquisa em flores. A primeira ação prática foi o desenvolvimento de um protocolo de micropropagação de abacaxi ornamental (*Ananas* spp.) para a produção de mudas em larga escala (Fig. 9), que atendeu a demandas do setor produtivo e, hoje, é importante produto de exportação no Estado do Ceará (Fig. 10 e 11); e a formação de um banco de espécies tropicais, com predominância de aráceas, heliconiáceas, zingiberáceas, cactáceas e bromeliáceas. Com a criação do PPA Flores e Plantas Ornamentais, coube a essa Unidade Descentralizada da Embrapa a coordenação técnica do programa, que resultou na inclusão da floricultura na sua agenda de pesquisa. Atualmente, outras Unidades incluíram a atividade nas suas ações de pesquisa.

Foto: David Santos Júnior



Fig. 8. Produção de orquídeas em sistema sofisticado de cultivo protegido, São Paulo.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 9. Produção, em laboratório, de mudas de abacaxi ornamental, Embrapa Agroindústria Tropical.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 10. Plantio comercial de abacaxi ornamental, Ceará.

Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho



Fig. 11. Infrutescência de abacaxi ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*), Ceará.

As mais importantes atividades desenvolvidas na implementação da floricultura na agenda de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da Embrapa foram: cursos para sensibilização de pesquisadores, a partir de 1994; viabilização do protocolo para produção de mudas de abacaxi ornamental, em 1997; formação da coleção de plantas, a partir de 1997; coordenação técnica do PPA Flores e Plantas Ornamentais, em 2001; presença de representante da Embrapa na Câmara Setorial de Flores e Plantas Ornamentais, a partir de 2003; cadastramento no Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) do primeiro grupo de pesquisa da Embrapa; aprovação de projetos e bolsas em diferentes fontes de financiamento; instalação de infra-estrutura para pesquisa; orientação de monografias e dissertações de estudantes de graduação e pós-graduação de diferentes universidades do País; publicação de artigos científicos e de resumos em diversos periódicos e eventos técnico-científicos; realização do *15º Congresso Brasileiro de Flores e Plantas Ornamentais* e editoração do livro *Flores Tropicais* (Fig. 12), em 2005; e organização do curso *Avanços em biotecnologia de flores e plantas ornamentais* do Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia, em 2006.

Os principais centros de pesquisa do País atuam nas seguintes áreas: introdução, seleção, melhoramento vegetal, formação de bancos de germoplasma, biotecnologia, genética molecular, técnicas culturais, fisiologia vegetal, tecnologia pós-colheita, fitossanidade e utilização de plantas ornamentais em paisagismo. Também são desenvolvidos estudos sobre cadeias produtivas, comércio exterior, desenvolvimento regional e mercados agrícolas.

Em relação ao ensino, somente a partir de 1986, pela Portaria do Ministério da Educação e Cultura, tornou-se obrigatória a disciplina Floricultura no currículo mínimo das Faculdades de Engenharia Agrônoma do País. Hoje,

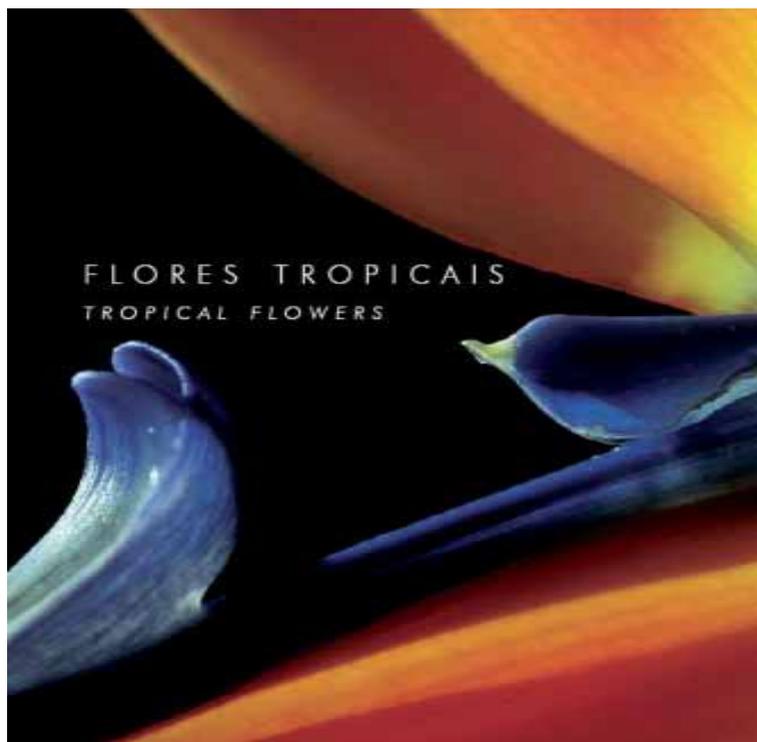


Fig. 12. Livro *Flores Tropicais*, Embrapa Agroindústria Tropical.

Fonte: Terao et al. (2005).

alguns cursos de especialização e de pós-graduação formam especialistas nessa área. E o financiamento de pesquisa, embora limitado em termos de volume de recursos, consta do portfólio das Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa, do CNPq, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), da Embrapa e do Banco do Nordeste/Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Fundeci). Também o setor é contemplado com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), nos componentes de pesquisa, extensão rural, infra-estrutura e crédito ao produtor (CASTRO, 1998).

Desafios e tendências futuras

Os grandes desafios para aumentar a competitividade desse agronegócio envolvem os seguintes setores:

Produtores e empreendedores

Incorporar, aos sistemas de produção, tecnologias que permitam maior produtividade e produtos de qualidade para os principais mercados, internos

e externos; diversificar os produtos ofertados e ampliar o sistema de comercialização; orientar a produção para as novas exigências de mercado; agregar valor aos produtos e serviços; buscar profissionalização nos diversos elos das cadeias; reduzir os custos de produção e de transporte; fortalecer as ações associativistas e cooperativistas; e intensificar a promoção e o marketing no setor (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007d).

Mercado interno

Ampliação e fortalecimento de pólos regionais de produção e comercialização; incentivo ao aumento do consumo interno; diversificação do consumo, com a introdução de espécies e cultivares mais adaptadas aos diferentes gostos e às culturas regionais; adequação da logística nos aeroportos brasileiros, permitindo o despacho aduaneiro e o cumprimento dos contratos; e incentivo ao aumento da produção de material propagativo básico, visando reduzir as importações.

Mercado externo

Melhoria da qualidade e da certificação dos produtos; revisão das políticas públicas, com direcionamento para a valorização das exportações; consolidação dos mercados atuais aproveitando a retomada do crescimento econômico dos países da Comunidade Européia; conquista de novos destinos, com ênfase na Ásia e no Oriente Médio (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007b).

Pesquisa

Considerando o número de espécies com potencial de uso e a gama de ambientes de cultivo no território nacional, é imprescindível a formação de novos grupos de pesquisa, com a inclusão de todas as áreas de estudo necessárias no estágio de conhecimento atual da floricultura no Brasil; qualificação dos pesquisadores atuais e incorporação de novos quadros já com alguma especialização; alertar as instituições de fomento à pesquisa para a alocação de recursos específicos para a área de flores e plantas ornamentais; incentivar ações relativas ao acesso aos recursos genéticos para a identificação de materiais com potencial ornamental; programas de melhoramento; maior integração entre a pesquisa, o ensino, a extensão e o setor privado.

Os avanços da floricultura cearense: um estudo de caso

Um caso à parte foi o desenvolvimento da floricultura no Estado do Ceará onde, aproveitando as condições naturais de produção e a posição geográfica favoráveis, foi implantado, via políticas públicas, um programa de desenvolvimento que tornou o estado o segundo exportador brasileiro; o primeiro em rosas e flores tropicais e o segundo em bulbos e flores de corte. São produzidas, atualmente, espécies para flores de corte – rosas, seguidas das flores tropicais; flores em vaso, principalmente os crisântemos; bulbos – amarílis e caládio [*Caladium bicolor* (Aiton) Vent.]; outras plantas ornamentais; e folhagens.

As estratégias utilizadas para promover e implantar a floricultura no estado foram: a) criação da Gerência de Flores, na Secretaria de Agricultura Irrigada, em 1999, e criação do Instituto Agropolos do Ceará em 2002; b) zoneamento das áreas com potencial para o desenvolvimento da floricultura; c) atração de técnicos e empresas, nacionais e estrangeiras; d) capacitação de técnicos e produtores em floricultura; e) apoio ao associativismo e à comercialização dos produtos dos pequenos produtores; f) promoção dos produtos em eventos nacionais e internacionais; g) criação das marcas Flores do Ceará e Rosas do Ceará; h) criação do evento *Seminário da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais* (Agroflores), na nona edição em 2007; i) integração dos setores privado e público no desenvolvimento da floricultura do estado; j) criação da Escola de Floricultura do Ceará, para a capacitação de jovens filhos de agricultores das regiões de produção de flores.

Ceará: Terra das Flores – Floricultura se desenvolve preservando o meio ambiente e gerando inclusão social

O Ceará, entre 1991 e 2000, teve um surto de desenvolvimento, tornando-se o segundo estado de maior vigor econômico da Região Nordeste e alcançando o segundo maior incremento no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) entre todos os estados brasileiros. Em 54,5 % dos municípios cearenses, mais da metade da população ainda vive na zona rural, sendo o setor agrícola de grande importância para o desenvolvimento econômico e social do estado, apesar de grande parte do território encontrar-se no Semi-Árido.

Nesse contexto, a partir do final da década de 1990, com a criação do **Programa de Desenvolvimento do Agronegócio da Floricultura do Ceará**, esse setor organizou-se de forma mais estruturada, gerando

emprego e renda ao mesmo tempo que incrementava sua competitividade e aumentava a participação nos mercados brasileiro e internacional.

Como não existem restrições técnicas para o cultivo de plantas ornamentais e flores, o programa buscou envolver grandes, médios e pequenos produtores para o adensamento da cadeia produtiva, de forma a gerar impactos positivos na economia cearense, contribuindo para a redução da pobreza local, para o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo e manipulação na fase pós-colheita, além da geração de uma cultura de negócios nos floricultores. Os objetivos básicos do Programa são: gerar emprego e renda, ampliar a área de plantio de flores e plantas ornamentais, incrementar as exportações e gerar divisas para empresas e governos locais, atendendo de forma diferenciada o pequeno, o médio e o grande produtor.

A Gerência de Flores é formada por uma equipe de dez pessoas, vinculada à Secretaria de Agricultura Irrigada (Seagri). Ela faz a intermediação de parcerias entre organizações públicas e privadas que trabalham na cadeia produtiva da floricultura e os diversos produtores atuantes no estado, estimulando a organização de ampla rede de instituições e produtores que atuam no setor da floricultura. O pequeno produtor é priorizado no atendimento técnico e na capacitação gerencial e o grande produtor no trabalho de articulação, facilitando, assim, o acesso à infra-estrutura adequada e aos mercados desenvolvidos.

As parcerias visam articular o suprimento de demandas específicas dos produtores em relação aos agentes financiadores, às instituições de pesquisa, aos centros de capacitação e às entidades públicas da administração direta, local e federal, que trabalham com o mercado exportador. O orçamento anual é da ordem de R\$ 1,5 milhão, financiado por cinco instituições conveniadas: a Secretaria da Agricultura e Pecuária do Ceará (Seagri) coordenadora do projeto; a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); a Agência de Promoção das Exportações do Brasil (Apex) vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Sustentabilidade social, econômica e ambiental

Como exemplo da sustentabilidade do programa, um grupo composto por 23 pequenos produtores, da região do Crato, uniu-se em um condomínio para adquirir 60 ha de terra para o cultivo de flores e plantas ornamentais. Apesar de alguns problemas iniciais, em 15 meses de funcionamento já possuíam uma área de uso comum onde, graças ao suporte financeiro da Seagri, construíram uma câmara fria e um local para embalagem (*packing house*) para o período pós-colheita. Hoje, conseguem gerar recursos da ordem de um salário mínimo por mês para cada produtor, já descontados os custos de produção e o pagamento da parcela do condomínio relativa à compra da área.

Há também impactos na auto-estima e identidade dos pequenos produtores, principalmente quanto ao rompimento de antigas práticas

clientelísticas. O impacto social também se faz notar na geração de cerca de 1.200 empregos diretos no estado. Essa massa salarial promove aumento do dinamismo da economia local, do volume de recursos movimentados e da arrecadação municipal. Além disso, essas pessoas têm hoje carteira assinada e trabalho fixo. Cerca de metade dos funcionários são mulheres, resultando na geração de uma cultura de emprego feminino, aliviando a pressão sobre o setor público e dando às mulheres maior controle sobre o orçamento doméstico (FGV-SP, 2005).

Fonte: <http://inovando.fgvsp.br/conteudo/publicacoes/publicacao/historias_light/historias_2005/Ceara_Terra_das_Flores.pdf) Acesso em 21 de julho de 2007

O Instituto Agropolos do Ceará

O Instituto Agropolos do Ceará é uma organização civil, constituída em 7 de janeiro de 2002, com personalidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, de interesse público, detentor de autonomia administrativa, patrimonial, financeira e disciplinar, com prazo de duração indeterminado.

Objetivos:

1. conceber, apoiar e estimular a implantação de inovações tecnológicas, contemplando a prospecção tecnológica para buscar processos produtivos modernos e inovadores, suscetíveis de serem adaptados às condições do Ceará, ou de quaisquer regiões onde o Instituto venha a atuar; a adaptação das tecnologias e dos processos identificados às condições das estruturas produtivas das empresas das diferentes regiões do estado; e a realização de pesquisa, objetivando desenvolver tecnologias e processos que incorporem as vantagens das condições locais aos processos produtivos das empresas;
2. articular a implantação de processo de mudança cultural no estado, objetivando consagrar a visão do desenvolvimento local, capacitando e organizando o agente empreendedor para desempenhar seu papel na cadeia produtiva e produzir com qualidade; buscar, de forma sistemática, produtividades que resultem em custos consentâneos com os da concorrência nacional e internacional; e negociar preços remuneradores para os produtos;
3. desenvolver o empreendedorismo entre os integrantes do sistema, visando soluções colaborativas dos problemas comuns que afetam o desempenho das atividades dos diferentes parceiros;
4. implantar e operacionalizar sistema de capacitação permanente para todos os agentes produtivos;
5. conceber, organizar, implantar e apoiar sistema de assistência técnica adequado às demandas dos agentes produtivos;
6. estimular a implantação de processos que garantam a qualidade e a sanidade dos produtos das empresas;

7. implantar e manter em funcionamento sistema de informações de mercado e de preços de insumos e de produtos para subsidiar o processo de decisão de investimentos e de planejamento operacional das empresas; e

8. elaborar, implantar e assessorar projetos de desenvolvimento local.

Fonte: Agropolos, 2007.

A evolução da área cultivada e da participação nas exportações (Tabela 4) comprovam a importância de uma política pública eficiente para o desenvolvimento de um setor como é o caso da floricultura no Ceará. Enquanto as exportações brasileiras passaram de US\$ 13,2 milhões, em 2001, para US\$ 29,6 milhões, em 2006, no mesmo período as exportações cearenses passaram de US\$ 131 mil para cerca de US\$ 4,2 milhões (Tabela 5). Em 2006, o Ceará alcançou 15 % das exportações brasileiras, sendo os principais mercados a Holanda, com 78 % de participação, seguida dos Estados Unidos da América, da Alemanha, de Portugal e da Dinamarca.

Tabela 4. Área cultivada, número de empregos gerados e valores da produção e das exportações cearenses, no período de 1999 a 2006.

Ano	1999	2001	2003	2005	2006
Área cultivada (ha)	25	48	127	206	288
Empregos diretos (número)	100	390	1.135	1.900	2.564
Valor da produção (R\$ mil)	2.390	5.731	24.730	46.734	59.035
Exportações (US\$ mil)	64	131	1.080	2.804	4.189

Fonte: DAS/Agropolos/Mapa/SFA-CE.

Tabela 5. Evolução das exportações de flores do Ceará no período de 2001 a 2006.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Valor (US\$ mil)	131	443	1.089	2.125	2.804	4.189

Fonte: DAS/Agropolos/Mapa/SFA-CE.

Exportações de flores do Ceará aumentam 6.430 %

Em apenas 7 anos, as vendas externas do produto no estado saltaram de US\$ 64 mil para US\$ 4,2 milhões, segundo o Instituto Agropolos.

Uma performance expressiva. Assim pode ser definida a trajetória do Ceará na produção de flores ornamentais. Em apenas 7 anos, o estado

assumiu a liderança nacional no ranking das exportações de rosas e a segunda colocação em flores de corte. Saltou de US\$ 64 mil em 1999 para US\$ 4,2 milhões em 2006, representando um incremento de 6.430 %, segundo o presidente do Instituto Agropolos, Ricardo Sabadia.

De acordo com dados do Instituto, em 1999, eram apenas 25 ha de área plantada em todo o Ceará. No ano passado, já eram 288 ha. As regiões que apresentam maior produção são: região metropolitana de Fortaleza, Ibiapaba (rosas), Baixo Acaraú e Cariri.

Os principais mercados importadores das flores e rosas produzidas no Ceará são a Holanda (78,4 %), os Estados Unidos da América (7,5 %), a Alemanha (6,1 %) e Portugal (6 %). Para este ano, a previsão é de aumento entre 10 % e 15 % nas exportações, na comparação com o ano passado, chegando bem próximo aos US\$ 5 milhões.

9º Agroflores – Com propostas de debater amplamente modernas técnicas de cultivo, mercados nacional e internacional de flores e difundir experiências de sucesso no setor de plantas ornamentais, começa amanhã na sede do Sebrae o 9º *Agroflores (Seminário da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais do Ceará)*.

Promovido pelo Instituto Agropolos do Ceará e pela Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais do Estado, o evento pretende contribuir para o desenvolvimento da floricultura no estado, por meio da disseminação de informações e experiências da atividade, visando atrair investidores internos, a partir do potencial e incentivos do estado. O seminário reunirá floricultores, produtores rurais, empresários, agrônomos, pesquisadores e estudantes da área. “A idéia é tornar a floricultura cearense numa atividade competitiva, sustentável e de qualidade”, destaca o supervisor do núcleo de Flores da Secretaria do Desenvolvimento Agrário do Ceará (Sedas), Silas Barros.

Paralelos – Outros eventos acontecerão paralelos ao seminário. De 21 a 25, acontece no Sebrae um Curso de *Controle de Pragas e Doenças na Floricultura*. Também será ofertado um curso de *Produção de Flores e Vasos*, o workshop *Buscando Caminhos para Integrar a Cadeia de Flores em Plantas Ornamentais do Ceará*, uma Rodada de Negócio, além de uma Mostra Científica. As atividades serão finalizadas com uma visita técnica ao Maciço de Baturité, no sábado.

Marketing – Como estratégia de marketing, o Ceará elegeu a rosa como símbolo do empenho do governo estadual para a promoção do setor, criando toda uma estrutura de promoção intitulada Rosas do Ceará; inclusive, participando com um estande na *International Flower Trade Show* em Amsterdam, Holanda, com esse nome.

Caso de sucesso – Após uma visita ao Ceará em 2001, os dirigentes da Reijers, primeira empresa do Brasil a produzir rosas em escala comercial, em São Paulo, decidiram transferir todos os investimentos para o estado, mais precisamente na Serra da Ibiapaba. Motivo: concluíram que o clima da região garantia a produção de rosas o ano inteiro. Hoje, geram cerca de 1.300 empregos diretos na produção de rosas (15 empregos/ha) e investem R\$ 25 mil/ha.

Referências

- A IDÉIA na prática. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** 2006. p. 97-98.
- AGROPOLOS. Disponível em <http://www.agropolos.org.br>>. Acesso em 21 de julho de 2007.
- ANEFALOS, L. C.; CAIXETA FILHO, J. V. O papel da logística na exportação brasileira de flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2005.
- CASTRO, C. E. F. de. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.
- CASTRO, C. E. F. de; CARBONELL, S. A. M.; MAIA, M. S. D.; COSTA, A. F. da. **Floricultura**. Campinas: Consepa, 2005. 48 p. (Consepa, Reuniões Técnicas).
- CENTRAIS do Brasil. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** 2006. p. 90-91.
- CLARO, D. P.; SANTOS, A. C. dos; CLARO, P. B. de O. Um diagnóstico do agregado da produção de flores do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 7, n. 1. p. 9-15, 2001.
- CORREIOS da exportação. **Sebrae Agronegócios**, n. 1, out., p. 52, 2005.
- ESTILO IBRAFLOR. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** p. 104-105, 2006.
- FLORESCIMENTO. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** p. 14-16, 2006.
- HÁBEIS mãos. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** p. 77, 2006.
- HOMENAGEM aos artistas. **Sebrae Agronegócios**, n. 1, out., p. 18-19, 2005.
- IBGE. **Caracterização do setor produtivo de flores e plantas ornamentais no Brasil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=244> Acesso em: 8 jul. 2007.
- IBGE. Censo agropecuário 1995-1996: tabulação especial. Rio de Janeiro, 2002.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Las exportaciones brasileñas de flores y plantas crece más del 124 % entre 2001 y 2006. **Horticultura Internacional**, n. 56, p. 76-79, 2007a. Disponível em: <http://www.hortica.com.br/artigos/Exportaciones_20_01_2006.pdf> Acesso em: 4 jul. 2007.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Novo recorde. **Cultivar**, v. 7, n. 42, 2007b.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Producción y comercialización de plantas ornamentales en Brasil. **Horticultura Internacional**, n. 55, p. 16-19, 2007c. Disponível em: <http://www.hortica.com.br/artigos/Plantas_Ornamentales_en_Brasil.pdf> Acesso em: 4 jul 2007.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Que venha 2007. **Cultivar**, v. 7, n. 41, 2007d.
- KIYUNA, I.; ÂNGELO, J. A.; COELHO, P. J. Floricultura: desempenho do comércio exterior em 2006. **Análises e Indicadores do Agronegócio** v. 3, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=8748>>. Acesso em: 4 jul. 2007.
- LOIOLA, E.; RIBEIRO, M. T.; ROCHA, P. K.; SPINOLA, V. **Proposta preliminar para a formulação de política de CT&I para o agronegócio na Bahia** Disponível em: http://www.secti.ba.gov.br/anexos/politica/Cadeias_produtivas_do_Agronegocio.doc Acesso em: 4 jul. 2007.
- MARQUES, R. W. da C.; CAIXETA FILHO, J. V. Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 9, n. 2, p. 143-160, 2003.
- OPITZ, R. Beleza, emoção e tecnologia. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** p. 8, 2006a.
- OPITZ, R. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais. In: VILELA, D.; ARAUJO, P. M. M. (Org.). **Contribuições das câmaras setoriais e temáticas à**

formulação de políticas públicas e privadas para o agronegócio Brasília-DF: Mapa/SE/CGAC, 2006b. p. 94-209.

OPITZ, R. Há muito que fazer na padronização dos produtos. Entrevista. **Sebrae Agronegócios**, n. 1, out., p. 46-47, 2005.

RODRIGUES, R. Mercados exigem qualidade. Entrevista. **Sebrae Agronegócios**, n. 1, out., p. 12-14, 2005.

SALOMÉ, J. R. **Mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=511> Acesso em: 9 jul. 2007.

VIVA Burle Marx. **Anuário Brasileiro das Flores 2006** p. 72-73, 2006.

Literatura recomendada

BARROS, F. de; KERBAUY, G. **Orquidologia sul-americana**: uma compilação científica. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, 2004. 192 p.

BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia**: an identification guide. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1991. 334 p.

CARVALHO, L. F. N. de. **O cultivo de bromélias**. Rio de Janeiro: Bossa Nova Bromélias, 2002. 32 p.

INFORME AGROPECUÁRIO. **Floricultura**. Belo Horizonte: Epamig, 26, n. 227, 2005. 102 p.

LAMAS, A. da M. **Floricultura tropical**: avanços tecnológicos. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 98 p.

LOPES, L. C.; BARBOSA, J. G. **Propagação de plantas ornamentais** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 30 p.

LORENZI, H.; MELLO FILHO, L. E. de. **As plantas tropicais de Roberto Burle Marx** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 488 p.

LORENZI, H.; SOUSA, H. M. de. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.

TERAO, D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; BARROSO, T. C. da S. **Flores Tropicais**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 225 p.

TOMBOLATO, A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais** Campinas: Instituto Agrônomo, 2004. 207 p.

Parte 11

Produção animal

Foto: Luiz Antônio Dias Leal



Capítulo 1

Bovinos de corte

Kepler Euclides Filho

A utilização de animais domésticos tem precedentes históricos que além de lhes conferir grande importância para o desenvolvimento humano, os coloca como elementos centrais no desenvolvimento tecnológico.

A história brasileira foi tremendamente influenciada por eles, principalmente pelos bovinos, desde os ciclos do açúcar e do ouro, nos séculos 16 e 17, até os dias de hoje, quando respondem por parte importante do agronegócio brasileiro.

Os últimos 50 anos foram prósperos no tocante ao desenvolvimento científico e tecnológico, e o sucesso observado nos últimos 40 anos é o resultado de uma integração concertada que envolve o setor privado, a academia, as instituições de pesquisa e o governo. Os mais importantes desafios enfrentados pela bovinocultura de corte nesse período podem ser organizados em quatro grupos principais: a) baixos índices zootécnicos; b) falta de constância na oferta de animais e/ou de carne; c) falta de qualidade do produto final, incluindo o couro; e d) não-sustentabilidade dos sistemas de produção. No enfrentamento desses problemas, avanços importantes foram obtidos em diferentes áreas da pesquisa e foram abordados por Euclides Filho (1999 a, b, 2005). Neste capítulo serão mencionados, principalmente, aqueles relacionados com o melhoramento genético animal e com a alimentação (suplementação alimentar e conhecimentos básicos) de bovinos de corte.

Adicionalmente aos avanços tecnológicos, à mudança do conceito do produto final da atividade, que rapidamente deixou de ofertar “boi gordo” e passou a oferecer alimento de qualidade, e à visão de cadeia produtiva; a integração de alguns outros fatores foi fundamental como norteadora das mudanças positivas observadas na produção de carne bovina no Brasil. Entre essas podem ser mencionadas: a) a pesquisa conduzida dentro do enfoque de cadeia produtiva; b) a definição das prioridades de pesquisa baseada em demandas oriundas dos diferentes segmentos das cadeias produtivas; c) a percepção clara de que a qualidade do produto final é essencial e que é preciso assegurar sua verificação; d) a associação da transferência tecnológica com qualificação de pessoal; e) o fortalecimento das parcerias entre instituições de pesquisa, setor privado e instituições públicas; f) a disseminação das boas práticas de produção, com ênfase nas questões ambientais, sociais, econômicas e de saúde

animal, e das boas práticas na indústria e g) o foco no equilíbrio do trinômio genótipo-ambiente-mercado.

A produção de alimentos e, particularmente, a segurança destes têm sido objeto de discussões de número crescente de segmentos variados da sociedade em todo o mundo, além de terem importância fundamental no fortalecimento da tendência observada nos últimos anos entre os consumidores, qual seja, a demanda por alimentos que, além de oferecerem boas qualidades nutricionais, devem ser livres de resíduos, de contaminação e de agentes causadores de doenças ou de qualquer desequilíbrio na saúde.

A pressão exercida pela globalização sobre as economias brasileira e mundial influencia as atividades baseadas na produção animal, especialmente a exploração de bovinos de carne. Como resultado dessas demandas, os produtores tiveram que reordenar suas atividades, sendo levados a estabelecer novo paradigma, que é produzir com eficiência, respeitando o ambiente, observando os aspectos sociais, éticos e o bem-estar animal. A exposição dos vários mercados existentes no mundo a essa competitividade global, observada nos últimos anos, fez da eficiência sinônimo de sobrevivência. Em outras palavras, ser eficiente é a única forma de permanecer no negócio. Esse enfoque global requer, entre outras coisas, redução do ciclo da pecuária de corte, o que leva à busca de animais mais precoces tanto no tocante à reprodução quanto ao acabamento de carcaça, o que evidencia a necessidade de integração efetiva de conhecimentos e tecnologias convergentes e complementares.

Ciência e tecnologia: instrumento estratégico para o desenvolvimento

O atendimento dessas demandas tem sido possível porque todos os segmentos produtivos se conscientizaram da necessidade de se ajustarem, inovando e aprendendo a trabalhar com enfoque holístico. Há percepção generalizada de que a manutenção da competitividade da pecuária de corte brasileira depende da garantia de qualidade a preços adequados.

Portanto, é importante ressaltar o papel da ciência e da tecnologia e os benefícios globais advindos da estratégia de se considerar o segmento de geração de conhecimento e de tecnologia como parte integrante das cadeias produtivas, desenvolvendo mecanismos capazes de monitorar eficientemente

as demandas e viabilizando integrações efetivas entre os segmentos que as compõem. Tal enfoque, além de permitir o alinhamento das várias dimensões que constituem o agronegócio da carne bovina, possibilita efetiva interação entre o setor público e o setor privado, representando ainda importante estratégia de transferência tecnológica e de identificação de problemas e/ou oportunidades a serem utilizadas pelos responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico. Ademais, a interação efetiva entre o setor provedor de ciência e de tecnologia e aquele que faz a inovação resulta em redução do tempo entre a idéia e a sua aplicação (inovação). Ressalta-se, ainda, que essa estratégia constitui poderosa ferramenta para melhor entendimento e monitoramento do perfil do consumidor.

Entre as áreas de pesquisa mencionadas, reconhece-se que a genética ocupa posição de destaque na maioria dos programas de pesquisa agrícola. O melhoramento genético animal tem desempenhado papel cada vez mais relevante no moderno negócio da ciência animal. O enfoque inicial de aumento de produção foi substituído pela qualidade do produto ofertado por meio de cadeias produtivas organizadas que produzem de modo sustentável. Isso significa promover o balanço adequado entre o recurso genético animal e aqueles representados pelo ambiente (solo, clima, aspectos sociais, éticos e culturais) e pela alimentação, particularmente, forragem. O melhoramento genético animal no Brasil iniciou-se com bovinos de corte e de leite na década de 1940. Durante as décadas seguintes, 1950 e 1960, a principal preocupação era o desempenho ponderal dos bovinos de corte. Nesse período, também foram iniciadas as avaliações visando ao conhecimento da importância dos efeitos ambientais sobre a produção, ao mesmo tempo que se iniciaram alguns programas de seleção. Durante os anos de 1970, foram iniciadas as análises genéticas com estimações dos parâmetros genéticos e, na década de 1980, foram estabelecidas as bases para diversos programas genéticos importantes, hoje consolidados. Nessa década observou-se, também, a retomada de programas de avaliação de cruzamentos.

Mais recentemente, a biotecnologia começa a ser integrada aos programas de melhoramento animal de bovinos. As principais técnicas e conhecimentos são relacionados com o aprofundamento dos conhecimentos relativos ao genoma bovino, com a transferência e a partição de embriões, com a fertilização *in vitro*, com a identificação do sexo em embriões, com a sexagem em sêmen e com a identificação de marcadores moleculares associados a características importantes como a resistência a doenças e a parasitas, e qualidade da carne.

A área de nutrição, que desde há muito tem ocupado papel relevante na pesquisa e nos sistemas produtivos, vem sendo fortalecida, principalmente, em virtude da competição resultante da globalização. Esse fator cresce em

importância pelo fato de a nutrição representar entre 50 % e 70 % dos custos de produção de carne bovina. Dessa forma, essa área vem sendo alvo de grandes esforços da pesquisa, particularmente em duas vertentes. A primeira delas relaciona-se com a avaliação de alternativas de alimentos e de suas combinações e a segunda com a avaliação de desempenho animal. Nesse contexto, podem-se mencionar diversos trabalhos sobre taxa de degradação e de passagem de alimentos, tempo de retenção, digestão parcial e modificação da população microbiana. Merecem também destaque os estudos sobre alternativas para suplementação alimentar e para suplementação mineral que, juntos, contribuíram para o aumento da eficiência de produção e, principalmente, para a competitividade alcançada pelo agronegócio da carne bovina no Brasil.

As forrageiras, por sua vez, constituem a fonte mais importante de alimentos, elemento crucial para a competitividade brasileira de carne bovina. A produção forrageira e a sua qualidade são grandemente influenciadas por diversos fatores tais como: gênero, espécie, fertilidade de solo, condições climáticas, idade fisiológica e manejo ao qual o pasto é submetido. Nessa perspectiva, a qualidade e a quantidade da forrageira produzida são elementos estratégicos para o estabelecimento do manejo adequado para otimizar a produção animal. Nesse contexto, um dos fatores importantes tem sido o desenvolvimento de novas cultivares de gramíneas e de leguminosas forrageiras. Essas novas opções forrageiras associadas ao manejo adequado dos pastos, complementadas pelo uso de grupos genéticos de animais melhorados, bons controles sanitários e pela suplementação alimentar e/ou confinamento, são os principais responsáveis pelo sucesso da produção de carne bovina no Brasil. A grande transformação ocorrida no setor nos últimos 10 anos pode ser observada na Tabela 1.

A competitividade é fator preponderante para as atividades agrícolas e tornou-se realidade até para a exploração de bovinos de corte que, no Brasil, por muitos anos, mostrava-se refratária ao uso mais intenso de tecnologias.

Nessa ótica, algumas áreas e linhas de pesquisa, quer sejam relacionadas com o desenvolvimento científico, ou com o desenvolvimento tecnológico, são imprescindíveis à manutenção dessas atividades como componentes importantes ao desenvolvimento social e à inserção e/ou ao fortalecimento do País no mercado internacional.

Como evidenciado por Euclides Filho (1999a), os avanços ocorridos nas diversas áreas, quais sejam, nutrição, melhoramento animal, sanidade animal, manejo, forrageiras e pastagens e análise e simulação de sistemas, têm contribuído para incrementos em produção e produtividade. Tais avanços têm sido capazes de provocar mudanças em aspectos que contribuem para maior eficiência e eficácia das cadeias produtivas e, ao mesmo tempo, atendem

Tabela 1. Índices da pecuária de corte no Brasil e no mundo.

Índice	Localidade	1996	2006 ⁽¹⁾	Variação (%)
Rebanho (mi cabeças)	Mundo	1.050,00	994,70	-5,3
	Brasil	158,29	209,23	32,2
Produção de carne (mi tec)	Mundo	47,58	53,51	12,5
	Brasil	6,10	9,93	62,8
Exportações de carne (mi tec)	Mundo	5,44	6,97	28,1
	Brasil	0,224	2,28	917,9

⁽¹⁾ Estimativa; mi – milhões; tec – tonelada de equivalente carcaça.

Fonte: Adaptado de Carta Boi (2007).

às demandas de sustentabilidade, respeito ao ambiente e segurança dos alimentos. Nesse enfoque, são dignos de nota os significativos progressos observados em diversas linhas de pesquisa das diferentes disciplinas das quais serão enfatizadas, neste capítulo, o melhoramento genético e a alimentação, ressaltando-se, ainda, o papel decisivo desempenhado pelo fortalecimento do enfoque de cadeia produtiva e da visão holística ou sistêmica.

Melhoramento animal

De importância histórica no Brasil e no mundo, o melhoramento genético animal consolida seu papel na zootecnia moderna, fortalecendo o enfoque de adequação do recurso genético animal àqueles representados pelo ambiente (solo, clima, aspectos socioculturais e econômicos) e pelas plantas forrageiras, e suas inter-relações, tendo sempre em perspectiva a produção sustentável que seja capaz de resultar em rentabilidade do empreendimento.

Apesar de, como discutido por Euclides Filho (1998 a 1997), o melhoramento genético ser preocupação dos órgãos de governo desde a primeira metade do século 20, foi nos últimos 40 anos que a abnegação de alguns pesquisadores e a visão empresarial de alguns criadores possibilitaram a transformação da bovinocultura de corte brasileira.

Foi no período compreendido pelo final da década de 1940 e início da década de 1950 que se iniciaram mais intensamente os trabalhos de cruzamentos visando, basicamente, à formação de novos grupos genéticos. Vários foram os grupamentos formados no Brasil a partir dessa época, podendo-se citar, entre outros, o Indubrasil, o Canchim, o Ibagé e o Simbrasil.

Todavia, a ênfase nas diversas linhas de pesquisa em melhoramento genético animal é, à semelhança do que acontece em outras áreas, dependente do avanço do conhecimento e das imposições e demandas do mercado. Assim, pode-se, de forma geral, acompanhando-se o esforço desenvolvido pela comunidade científica brasileira, estabelecer certa cronologia dos trabalhos desenvolvidos, mesmo que esses se sobreponham de uma forma ou de outra. Dessa forma, percebe-se claramente que, durante os anos de 1950 e 1960, a preocupação predominante estava centrada na avaliação de desempenho produtivo e na determinação da importância dos diversos fatores do ambiente para o desempenho dos animais. Paralelamente, desenvolviam-se os trabalhos de seleção, cujos objetivos centrais eram maiores pesos e ganhos de peso.

A década de 1970 é marcada pelo grande impulso dado nas análises genéticas com estimativas dos diversos parâmetros genéticos que formariam a base para o grande desenvolvimento de programas amplos de melhoramento genético verificados a partir dos anos de 1980. Outro enfoque bastante avaliado na década de 1970 foram os cruzamentos, apesar de estes virem sendo alvos de estudo desde os anos de 1940, quando foram objetos de grande esforço da comunidade científica.

Nesse contexto, os principais resultados das pesquisas em melhoramento genético de bovinos de carne no Brasil podem ser classificados nas seguintes linhas de atuação: a) caracterização biológica e causas de variação e estimativas de parâmetros genéticos; b) programas de avaliação genética; e c) avaliação de raças e cruzamentos, a qual pode ser desdobrada nas seguintes sublinhas importantes: a) conversão alimentar; b) exigências nutricionais; c) utilização dos alimentos; d) avaliação de carcaças; e) resistência a parasitas; f) produção de leite; e g) efeito do tamanho do animal sobre a eficiência de produção.

Caracterização biológica: causas de variação e estimativas de parâmetros genéticos

Para se proceder à correta adequação ao sistema de produção e desenvolver programas de cruzamentos eficientes, é fundamental que se conheçam as vantagens e os potenciais, bem como as desvantagens e as limitações dos diversos grupos genéticos. Com esse propósito, vários trabalhos foram desenvolvidos, envolvendo desde o conhecimento da curva de crescimento e

da taxa de maturidade até a produção de leite, passando por informações sobre a resistência a doenças e/ou parasitas e pela determinação de parâmetros genéticos para essas características.

No tocante aos estudos sobre curvas de crescimento e sobre a taxa de maturidade podem ser mencionados os resultados de Rosa et al. (1979a, b) e Ludwig et al. (1979), enquanto a relação entre o desempenho ponderal e os aspectos reprodutivos futuros foram estudados por Alencar e Bugner (1986) Pons et al. (1986) e Montanholi et al. (2004).

A importância dos efeitos dos diversos fatores de ambiente sobre o desempenho dos animais é bastante conhecida e a estimativa de seus reflexos sobre a produção e, principalmente, a consideração de tais efeitos nas avaliações são necessárias para se desenharem e se desenvolverem programas eficientes e eficazes de melhoramento genético. Além disso, tornam-se indispensáveis as estimativas dos parâmetros genéticos para as características de importância econômica.

Entre os vários trabalhos desenvolvidos com o objetivo de determinar a importância das causas de variação sobre os desempenhos produtivos e reprodutivos de bovinos e de estimar seus parâmetros genéticos e fenotípicos podem-se citar Torres et al. (1974, 1977, 1979); Silva et al. (1976a, b); Euclides Filho et al. (1978, 1981); Figueiredo et al. (1978); Rosa et al. (1978, 2001); Azevedo et al. (1986, 2006); Lorenzoni et al. (1986); Mascioli et al. (1996); Tonhati et al. (1986); Pereira et al. (2002).

Programas de avaliação genética

A avaliação genética constitui, no Brasil, demanda crescente e principal instrumento de transformação do potencial genético do rebanho de bovino de corte. Essa é uma área que tem, ultimamente, recebido grandes contribuições metodológicas com o fim de viabilizar estimativas mais acuradas do valor genético dos animais. Ao mesmo tempo, essas metodologias tendem a ser mais fáceis de serem manuseadas, com menor demanda computacional e menor custo, aumentando, contudo, a complexidade dos modelos e dos métodos necessários, particularmente, considerando-se os avanços e a interação entre a genética molecular, a seleção assistida por marcadores, a detecção de locos de caracteres quantitativos (QTLs) e a própria avaliação genética.

Nesse sentido, o desenvolvimento ou a adaptação e/ou avaliações e as comparações de metodologias, bem como sua utilização constituem ferramentas indispensáveis ao progresso genético dos diversos grupamentos genéticos. No âmbito do desenvolvimento metodológico, podem ser citados os trabalhos de Fries e Shenkel (1993); Brito e Fries (1994); Albuquerque e Meyer (2005). Avaliações comparativas importantes foram conduzidas por Torres Júnior et al. (1997) e programas de simulação, auxiliares em estudos de avaliação de métodos alternativos de seleção, bem como de estimação de componentes de variância, foram desenvolvidos por Martins et al. (1997). Lopes et al. (1995), por sua vez, analisaram as dificuldades computacionais quando da utilização da metodologia de modelos mistos em modelos multivariados.

Todos esses avanços e as conseqüentes reduções de necessidades computacionais têm contribuído naturalmente para o direcionamento de esforços concentrados de produtores, empresas e técnicos dispostos a promoverem a melhoria genética dos diferentes grupos raciais. Como resultado dessa congregação de esforços, observa-se a formação de vários programas voltados para a avaliação e a seleção de animais destinados, em última instância, para a melhoria da produtividade e dos índices zootécnicos de modo geral.

Os principais programas de melhoramento genético de bovinos de corte hoje em andamento no Brasil foram apresentados por Lobo et al. (2006) e encontram-se na Tabela 2.

O crescimento e o fortalecimento desses programas foram o resultado da implementação do Certificado Especial de Produção (Ceip) instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Esse certificado tem por objetivos não só a melhoria genética do rebanho de corte nacional, mas também possibilitar que criadores, isolados ou organizados em grupos de animais sem registro genealógico, ou mestiços, possam, desde que devidamente orientados e com projeto aprovado pelo Mapa, emitir documento que garanta a qualidade genética de seus animais.

Avaliação de raças e cruzamentos

Conversão alimentar, exigências nutricionais e utilização dos alimentos

Apesar do importante papel representado pelas raças puras adaptadas introduzidas no Brasil no início do período colonial, a introdução de raças européias em áreas tropicais, mesmo por meio de cruzamentos, traz consigo

Tabela 2. Alguns programas de avaliação genética de bovinos de corte.

Programa ⁽¹⁾	Raça	Número de rebanhos
ABCZ-Embrapa	Nelore	671
ABCZ-Embrapa	Gir	22
ABCZ-Embrapa	Guzerá	59
ABCZ-Embrapa	Tabapuã	50
ABCZ-Embrapa	Brahman	12
Aliança	Nelore	226
Conexão Delta G	Hereford e Braford	33
Agro CFM	Nelore	3
PMGRN Nelore - Brasil	Nelore	352
Paint	Nelore	110
Qualitas	Nelore	19
IZ	Nelore	1
PMGRB	Brahman	44
PMGRG	Guzerá	42
Progenel	Nelore	45
Natura	Angus e Brangus	136

⁽¹⁾ABCZ – Associação Brasileira dos Criadores de Zebu; Agro CFM: Agro-Pecuária CFM. No início, sob o nome de Frigorífico Anglo, atuava na industrialização da carne; PMGRN – Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore, do Departamento de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Paint: Programa de Melhoramento Genético de Raças de Corte da Lagoa; Qualitas: programa de melhoramento genético destinado a rebanhos de gado Nelore Cara Limpa ou registrados. A responsabilidade técnica do Qualitas é da Qualitas Consultoria; IZ – Instituto de Zootecnia, vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo; PMGRB: Programa de Melhoramento Genético da Raça Brahman, da Associação dos Criadores de Brahman do Brasil; PMGRG: Programa de Melhoramento Genético da Raça Gir, da Associação Brasileira dos Criadores de Gir; Progenel: Projeto de Produção e Certificação de touros Nelore da Central Yakult; Natura: Natura Genética Sul Americana S.A.

Fonte: Lobo et al. (2006).

a necessidade de grandes modificações no manejo geral do sistema de produção. As raças zebuínas, por outro lado, mostram-se muito mais adaptadas às condições brasileiras. No entanto, além dos benefícios e das vantagens de cada uma dessas espécies, isoladamente, as diferenças entre elas têm sido aproveitadas de forma sinérgica em prol da produtividade e da qualidade do produto final, mediante cruzamentos. Todavia, independentemente do grupo genético, a demanda por aumento de eficiência faz com que haja necessidade

de otimizar todos os componentes do sistema produtivo. A alimentação, por ser um dos principais elementos nesse processo, merece atenção especial. Assim, é importante conhecer as diferenças existentes entre grupos genéticos quanto à capacidade de converter alimento em produto, bem como entender as diferenças entre os diversos genótipos e suas capacidades em digeri-los.

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais é fundamental para se conduzir uma atividade de forma econômica e competitiva. Nesse contexto, papéis preponderantes são exercidos pelas necessidades de proteína e de energia. Além disso, essas informações são extremamente importantes, pois viabilizam a geração de um banco de informações sobre a composição de alimentos utilizados no Brasil e sobre as exigências nutricionais dos animais com as quais se torna possível a confecção de uma tabela brasileira de composição química e de exigências nutricionais dos animais.

Assim, diversos estudos têm sido conduzidos com o intuito de conhecer as exigências nutricionais dos vários grupos genéticos, de determinar as composições de seus ganhos de peso e de avaliar as características das carcaças por eles produzidas. Dessa forma, é possível estabelecer combinações adequadas entre os diferentes alimentos e grupos genéticos. Essas linhas de trabalho só mais recentemente vêm assumindo importância, mas alguns relevantes resultados já se encontram disponíveis: Valadares Filho et al. (1987a, b, c); Teixeira et al. (1987a, b, c, d); Gonçalves et al. (1991a, b, c, d, e f); Galvão et al. (1991); Silva et al. (1991a, b); Pires et al. (1993); Euclides Filho et al. (1997a, b, 2001, 2002); Jorge et al. (1997); Resende et al. (2001).

Avaliação de carcaças

Para as cadeias produtivas relacionadas com a produção e a distribuição de carne, dois aspectos são extremamente importantes: o primeiro diz respeito à produtividade e à quantidade de carne, e o segundo à qualidade do produto. Assim, são necessários métodos adequados para se promoverem tais estimativas ao mesmo tempo em que se estabelecem conhecimento e tecnologias capazes de atender a essas demandas. Dentro dessa filosofia, vários trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos no Brasil podendo-se ressaltar os seguintes: Jardim e Müller (1976); Müller e Borges (1976); Alleoni et al. (1997a, b); Arrigoni et al. (2004); e Pádua et al. (2004). Outro aspecto importante é a avaliação da composição corporal da carcaça de diferentes grupos genéticos manejados em condições alimentares distintas. Além das transformações que se processam nas cadeias agroalimentares, requerem atenção as características intrínsecas do alimento. Nesse aspecto, podem ser mencionados os resultados de diversos autores, tais como Lauzer et al. (1979);

Müller e Primo (1985); Euclides Filho et al. (1994, 1999, 2001a, b); Restle e Vaz (1997); Moletta e Perotto (1998); e Macedo et al. (2001).

Resistência a parasitas

A busca do equilíbrio entre ambiente e genótipo animal, para as condições tropicais, requer preocupação constante com o item adaptabilidade. As características mais importantes no tocante à adaptação às condições tropicais são a resistência aos carrapatos (*Boophilus microplus* Can.), à mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* L.) e aos helmintos, e a tolerância ao calor. Embora grande parte do efeito desse estresse possa ser minimizada, seu controle está comumente associado a aumentos dos custos de produção.

Além disso, certas medidas de controle dos parasitas internos e externos requerem uso, muitas vezes intensivo, de produtos químicos, os quais têm, cada vez mais, se constituído em grande preocupação da sociedade, tanto pelos problemas de possíveis resíduos no produto final quanto pela contaminação do ambiente. Outra preocupação é a capacidade de resistência apresentada por esses parasitas aos agentes químicos utilizados em seus controles. Assim, alguns trabalhos consideraram o aspecto de resistência e tolerância a parasitas, podendo-se citar: Madruga et al. (1984); Oliveira e Alencar (1986) e Gomes et al. (1988).

Produção de leite

A produção de leite, mesmo para animais cuja exploração econômica principal é a carne, constitui item fundamental uma vez que está relacionada com outras características de grande importância econômica como habilidade materna e desenvolvimento da progênie até a desmama. Além disso, produções de leite em níveis adequados garantem boa uniformidade da progênie, o que resulta em melhor valor de mercado e desenvolvimento pós-desmama mais eficiente.

Assim, essa característica tem assumido relevância crescente nos programas de melhoramento genético e vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de se avaliar os efeitos da produção leiteira sobre o desempenho do sistema de produção. Entre eles podem ser citados aqueles desenvolvidos por Euclides Filho et al. (1984, 1991); Alencar (1987) e Alencar et al. (1988).

Efeito do tamanho do animal

O tamanho do animal tem sido objeto de atenção dos técnicos e dos criadores de gado de corte. Durante a década de 1940, até início dos anos de 1950, a orientação era o desenvolvimento de animais compactos de pernas curtas e precoces. No entanto, em meados dos anos de 1950, com a disseminação do gene anão, que trouxe como conseqüências sensíveis reduções na produção, a orientação seguiu tendência diversa. A partir de então, com o acúmulo de informações indicando que animais maiores ganham peso mais rapidamente e possuem maior eficiência alimentar, a busca desse tipo de animal se intensificou.

Mais recentemente, no entanto, o tamanho adulto tem sido tema bastante discutido, particularmente, pelos seus efeitos sobre a eficiência de produção. É importante enfatizar que a procura pelo tipo ideal não é balizada unicamente pela estética mas, principalmente, pela necessidade de se fazer da atividade um negócio rentável. Essa preocupação, apesar de recorrente, tem sido, nos últimos anos, objeto de grandes discussões (EUCLIDES FILHO et al., 1995; EUCLIDES FILHO, 1997; LANNA, 1998) e de importantes linhas de pesquisa no Brasil. Dos trabalhos desenvolvidos com o intuito de se verificar os efeitos do tamanho do animal sobre a produção podem ser citados: Euclides Filho et al. (1984, 1995, 1997a; 1998); Lisboa e Fernandes (1987).

Nutrição

A alimentação é um dos elementos mais importantes dos sistemas de produção uma vez que esse item representa de 50 % a 70 % dos custos energéticos da produção de carne bovina. Dessa forma, principalmente quando se prioriza eficiência, o componente nutrição assume importância fundamental na cadeia produtiva e por isso foi, nos últimos anos, alvo de intensas pesquisas.

Procurando equacionar os problemas criados pela alimentação inadequada e pelo custo, muitas vezes, incompatível com uma alimentação correta, várias linhas de pesquisa têm se destacado no Brasil, ressaltando aquelas destinadas: a) à avaliação de alternativas alimentares; b) aos estudos sobre diversos aspectos ligados à fisiologia da digestão, como a cinética do rúmen, a taxa de degradação, a taxa de passagem, o tempo de retenção e a digestão parcial de alimento; c) à modificação da população microbiana; e d) à avaliação de alternativas de suplementação alimentar e mineral.

Alternativa alimentar

Avanços relativos à alternativa alimentar podem ser classificados em duas categorias. Uma delas é composta pelos esforços realizados na avaliação nutricional dos alimentos (EUCLIDES et al., 1977a, b; COLLADO; SILVA, 1978; EZEQUIE; ANDRADE, 1988; BOSE; WANDERLEY, 1988; LIZIEIRE et al., 1990a, b). A outra é representada pela busca por alternativas alimentares eficientes e econômicas (ASSIS et al., 1973a,b, 1977; SOUZA et al., 1974; VERADINO et al., 1985; OBEID et al., 1985; ZEOULA et al., 1985; COSTA et al., 1986; FERREIRA et al., 1989; SAMPAIO et al., 1995; MALAFAIA et al., 1996; VILELA et al., 1996; OLIVEIRA et al., 1997; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2004).

Outra possibilidade para a alimentação dos ruminantes se caracteriza pelo estudo de alternativas de gramíneas e leguminosas para silagem, feno ou mesmo para serem diferidas e utilizadas como feno-em-pé. Nesse particular podem ser mencionados os seguintes trabalhos: Tosi et al. (1975, 1994); Villaça et al. (1975); Gomide e Silva (1978); Silveira et al. (1979) e Bona Filho e López (1979); Pires et al. (2004); Abrahão et al. (2006).

Entre os poucos trabalhos desenvolvidos com o objetivo de avaliar forrageiras e épocas de diferimento podem ser mencionados os seguintes: Euclides et al. (1990); Andrade e Salgado (1992); Costa et al. (1993); Moraes et al. (2005).

Fisiologia da digestão

A melhor compreensão sobre a utilização dos alimentos e sobre os componentes importantes da ingestão, tais como cinética de rúmen, taxa de degradação, taxa de passagem, tempo de retenção, digestão parcial dos alimentos e modificação da população microbiana, são fundamentais não só para a estruturação de alimentação apropriada, mas também para que ela seja bioeconomicamente competitiva. Nessa ótica podem ser mencionados os resultados de Euclides et al. (1977b); Valadares Filho et al. (1985); Zeoula et al. (1992); Gomes et al. (1994); Berchielli et al. (1995a, b); Franzolin et al. (1995); Lançanova et al. (2002); Passini et al. (2004); Cabral et al. (2005); Valinote et al. (2006) e Romo et al. (2006).

Complemento importante desses trabalhos são os estudos relacionados com a ação da população microbiana sobre os diversos alimentos, e aqueles sobre os parâmetros ruminais desenvolvidos por diversos autores (MALAFAIA et al., 1997a, b; PEREIRA et al., 1997a, b; VALADARES et al., 1997a, b, c; CARVALHO et al., 1998; LODOÑO et al., 1998a, b e QUEIROZ et al., 1998a, b).

Outra área que vem assumindo grande relevância na busca de melhoria de eficiência é aquela relacionada com os aditivos. Nesse campo, os avanços têm sido obtidos pelos estudos sobre aplicação de aditivos como hormônios protéicos, anabolizantes, antibióticos e ionóforos e suas implicações para o metabolismo e para o desempenho animal. Dos diversos trabalhos nessa área podem ser citados os de Obeid e Gomide (1979); Oliveira e Andrade (1985); Morais et al. (1993 a,b,c); Branco et al. (1996); e Sampaio et al. (1998).

Alternativas de suplementação alimentar

A manutenção de níveis razoáveis de produção de carne em condições de pastagens requer, além de manejo adequado, que se forneça, pelo menos em parte do ano, suplementação alimentar para que os animais possam ter suas necessidades nutricionais atendidas.

O período seco tem sido, ao longo dos anos, um dos principais nós górdios da pecuária tropical. O desempenho dos animais nesse período tem constituído um desafio, principalmente pela necessidade de que a estratégia seja economicamente viável. As soluções sugeridas, apesar de dependerem, em parte, da espécie e do tipo de animal, se baseiam fundamentalmente em três pontos: a) manejo adequado das pastagens; b) suplementação alimentar; e c) confinamento e estabulação. Para todos esses, a pesquisa brasileira tem procurado criar alternativas bioeconomicamente viáveis.

Os estudos que buscam alternativas de suplementação em pasto para produção de carne se dividem basicamente em avaliações de alternativas de suplementações com volumosos e naquelas que utilizam concentrados, sendo que, mais recentemente, aumenta o uso das chamadas misturas múltiplas.

Com relação às estratégias de utilização de suplementação volumosa, grande destaque foi dado às avaliações de capineiras, à ensilagem e à fenação de gramíneas e leguminosas. Nesse contexto, podem-se mencionar os trabalhos de Ezequiel e Andrade (1988); Berchielli et al. (1989); Evangelista et al. (1991); Castro et al. (1992); Alberto et al. (1993); Tosi et al. (1994); Ferreira et al. (1995); Reis et al. (1995); Lavezzo et al. (1998); Neiva et al. (1998); e Mallmann et al. (2006). Quanto ao estudo de fornecimento de concentrados como alternativa para suplementação, tem-se, entre outros, os seguintes trabalhos: Emrich et al. (1973); Favoretto e Peixoto (1978); Furtado et al. (1991); Euclides Filho et al. (1997c, 1995, 1998); Paulino et al. (2005) e Moraes et al. (2006).

Fontes alternativas de alimentação em confinamento também vêm sendo avaliadas por diversos pesquisadores. Nesse caso, podem ser citados os trabalhos de Boin et al. (1968); Garcia et al. (1970) e Barcelos et al. (1997).

Para o estabelecimento de dietas adequadas para animais em confinamento, para a suplementação alimentar eficaz de animais em pastejo ou para proceder ao manejo ótimo de uma pastagem, é fundamental que se tenha boa estimativa de consumo. Apesar disso, poucos são os trabalhos desenvolvidos com a finalidade de estimar o consumo por animais em pastejo, podendo ser citados: Pereira et al. (1992) e Silva et al. (1994a).

Tornam-se também relevantes os estudos sobre a eficácia dos diversos indicadores. Assim, o desenvolvimento e/ou a validação dos indicadores disponíveis, em diferentes situações, são necessários. Avaliações de indicadores com tais finalidades foram conduzidas por Oliveira et al. (1991b, 1997) e Piaggio et al. (1991a, b).

Nutrição mineral

A deficiência de alguns nutrientes importantes em grande parte dos solos brasileiros, principalmente naqueles destinados ao desenvolvimento de sistemas de produção de ruminantes, faz da nutrição mineral importante componente complementar da dieta dos bovinos no intuito de melhorar a produção e a produtividade. Uma revisão envolvendo os trabalhos das décadas de 1970 e 1980 foi realizada por Tokarnia et al. (1988).

Vários estudos foram desenvolvidos com o objetivo de determinar as deficiências mais relevantes nas pastagens brasileiras (SOUZA; DARSIE, 1985; SOUZA et al., 1986, 1989; BRUM et al., 1987; SOUZA et al., 1989; POTT et al., 1990a, b; TRINDADE et al., 1990; DAYRELL et al., 1993), de buscar alternativas de fontes desses elementos (ARAÚJO et al., 1994; DAYRELL et al., 1997; ZANETTI et al., 1997) e de avaliar as inter-relações existentes entre os minerais no solo, na planta e no tecido animal (SOUZA et al., 1979, 1980, 1982), bem como de buscar a forma mais eficiente de fornecimento, ou seja, usar fontes com maior disponibilidade do elemento mineral em avaliação.

Vale ressaltar que o elemento mineral que mais limita a produção no Brasil é o fósforo, o que faz com que receba grande atenção por parte dos pesquisadores. Nesse aspecto, podem ser ressaltados os trabalhos desenvolvidos por Hall (1977); Hall e Dixon Lee (1978); Barcellos et al. (1996); Nicodemo et al. (1998, 2000, 2004, 2005); Leonel et al. (2006); e Miranda et al. (2006).

Forrageiras

As pastagens são a fonte de alimento mais importante para a produção de bovinos de corte no Brasil. Assim, o conhecimento dos potenciais em termos de quantidade e de qualidade das diversas espécies, o estabelecimento do manejo adequado para elas e a busca de novas alternativas forrageiras constituem os principais pilares desse segmento.

A área de forrageiras tem se destacado no Brasil como uma das responsáveis pelo avanço observado pela pecuária de corte brasileira e é, sem dúvida, importante componente da competitividade do setor. Diversas áreas têm produzido resultados importantes podendo ser citados aqueles relacionados com a produção e a qualidade da forrageira produzida, com a fertilidade de solo e nutrição de plantas, com o comportamento de pastejo, com o desenvolvimento de novas cultivares de gramíneas e de leguminosas, com o manejo de pastagens e com os sistemas integrados lavoura-pecuária. No entanto, a discussão desse tema será objeto de um capítulo específico deste livro.

Cadeias produtivas: estratégias de produção de carne bovina

A visão holística e o enfoque sistêmico são considerados estratégias eficientes no estabelecimento de atividades bem estruturadas e competitivas em diferentes campos da atividade econômica. No Brasil, particularmente no tocante à pecuária de corte, essa percepção vem se transformando em atitudes concretas, tanto por parte dos pesquisadores que perceberam a importância dessa visão para o desenvolvimento de propostas de pesquisa, quanto do setor privado que entendeu que a prática da integração permite maior competitividade, amplia mercados e permite a agregação de valor aos produtos ofertados. Dessa forma, além da formação de grupos organizados de produtores para a defesa de interesses comuns, tem sido observada a estruturação de câmaras setoriais nos âmbitos federal e estaduais e o surgimento das denominadas alianças mercadológicas, que nada mais são do que a integração organizada entre os diversos segmentos componentes da cadeia produtiva da carne bovina, em que os vários atores compartilham interesses comuns, com objetivos e metas bem estabelecidos.

O norteador de todas essas mudanças passa a ser o consumidor final com suas demandas que, cada vez mais, centram-se na qualidade do alimento

disponibilizado. Tal exigência por qualidade vem se fortalecendo entre os consumidores de todo o mundo, sobretudo após diversos eventos que ocorreram em diferentes países, todos envolvendo aspectos sanitários dos rebanhos e/ou o manuseio inadequado da matéria-prima ou dos alimentos. Aliado a esses fatos, tem-se a pressão, incluindo a comercial, contra sistemas de produção não-sustentáveis, em especial aqueles cujas explorações não são ambientalmente corretas e/ou socialmente justas. Essa é a lógica que vem orientando a reestruturação das explorações de bovinos de corte e demais segmentos da cadeia produtiva.

Alianças mercadológicas

As alianças mercadológicas são instrumentos que viabilizam a interação entre os vários segmentos da cadeia produtiva de forma organizada. Elas têm como objetivo ofertar para o consumidor final produtos diferenciados, assegurando atributos de qualidade intrínseca e extrínseca ao longo de todo o processo de produção. Essas alianças têm possibilitado o desenvolvimento de arranjos que, além do seu apelo mercadológico, é estratégia viável para a introdução das boas práticas de produção e para a estruturação de sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC-Campo) que têm como principal característica a produção de alimentos de alta qualidade. O uso dessa estratégia tem possibilitado não só o atendimento da demanda por qualidade, mas tem também permitido que os vários segmentos compartilhem o adicional resultante da agregação de valor.

A experiência acumulada com essa estratégia possibilitou compreender que a sua implementação requer não só a atuação integrada e harmoniosa dos atores, incluindo o setor de pesquisa e desenvolvimento, mas que é também primordial a atenção com o treinamento e qualificação de pessoal (Fig. 1). Nesse sentido, essas alianças são importantes para o fortalecimento do trinômio “pesquisa-qualificação-transferência”, contribuindo ainda para: a) produzir alimentos de origem animal de qualidade, de forma sustentável (ambientalmente correta, socialmente justa e rentável); b) integrar ações de prospecção de demandas para a pesquisa com soluções tecnológicas efetivas, ou seja, com transferência monitorada e avaliada, tendo a estrutura de cadeia produtiva como plataforma de transferência; e c) viabilizar programas de qualificação de pessoal, tanto de gerência quanto operacional. Além de criar oportunidades para os processos de pesquisa e desenvolvimento, essas alianças possibilitam: a) viabilizar o alinhamento das diversas dimensões que compõem o agronegócio da carne bovina, ao mesmo tempo que criam compromissos;

b) integrar efetivamente os segmentos público e privado; c) transferir tecnologia de forma efetiva; d) identificar entraves e/ou oportunidades tecnológicas; e) contribuir para diminuição do tempo entre o avanço do conhecimento, o desenvolvimento tecnológico e a sua inserção na cadeia produtiva; f) viabilizar o estudo do perfil do consumidor, bem como seu monitoramento; e g) possibilitar a inclusão de pequenos e médios rebanhos no mercado competitivo.

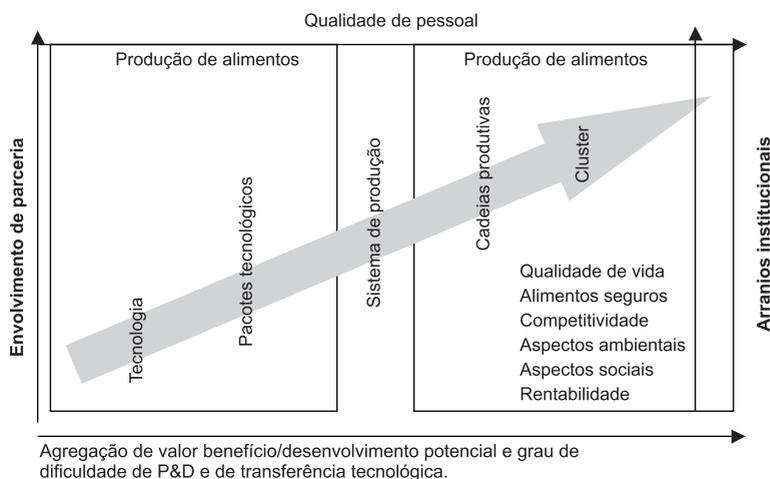


Fig. 1. perspectivas de atuação de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Fonte: Euclides Filho (2006).

O consumidor moderno e a demanda por alimentos

Talvez o mais relevante aspecto a ser considerado por todos os segmentos da cadeia produtiva da carne bovina é o papel decisivo e crescente exercido pelo consumidor. Tal importância foi bem discutida por Euclides Filho (2006) e encontra-se a seguir.

O aumento no consumo interno de carnes (Fig. 2) e o desempenho do Brasil no mercado internacional de produtos de origem animal (Tabela 1) demonstram, de maneira cabal, a teoria da revolução animal. A expansão do mercado se dá, no caso da carne bovina, especialmente nos países chamados emergentes ou em desenvolvimento. Nessa ótica, grande incremento na exportação foi verificado, em 2005, para países como a Rússia, o Egito, a Holanda, o Reino Unido, a Itália, a Bulgária e o Chile, de acordo com a Associação Brasileira de Exportadores de Carne¹. Crescimentos mais modestos foram observados nos países consumidores dos denominados cortes nobres e que lideram também o fortalecimento da exigência em qualidade assegurada.

¹ Abiec (2005) <www.abiec.com.br>.

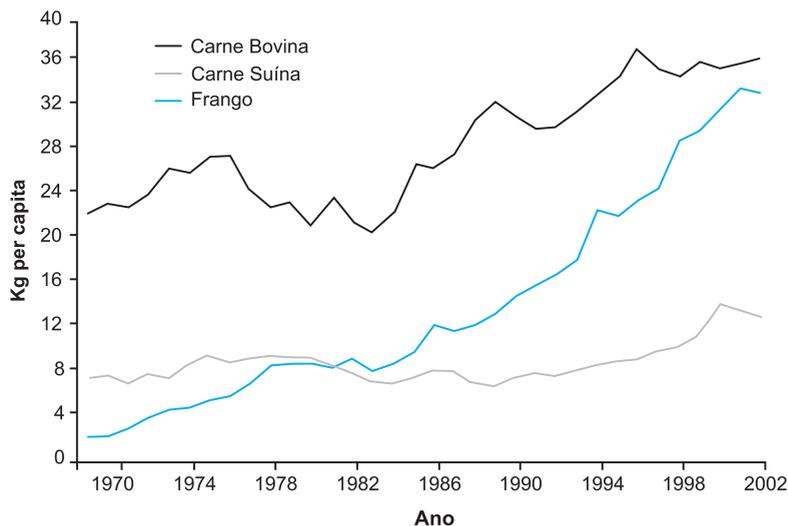


Fig. 2. Consumo per capita de carnes no Brasil.

Fonte: Embrapa, Abef, Abpecs e Abiec.

Em contrapartida, é digno de nota o comportamento dos produtos com valor adicionado. Segundo Moraes (2006)², no início dos anos de 1990, 80 % das exportações brasileiras do agronegócio se destinavam aos Estados Unidos da América, à União Européia e ao Japão, e o restante era absorvido pelos países emergentes. Em 2004, 52 % das exportações foram embarcadas para os países emergentes e os 48 % restantes para os três grandes consumidores. Espera-se para o final desta década, que 75 % a 80 % sejam destinados a esses países. Outro aspecto importante no crescimento das exportações de proteína animal no ano de 2005 refere-se ao incremento do volume de participação de produtos com valor agregado. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (Abiec), a Associação Brasileira da Indústria Frigorífica (Abif) e a Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex), o setor aumentou a venda de queijos, manteiga e gorduras lácteas, carnes de frango e de peru industrializadas, carpaccio e bresaula, entre outros, à semelhança do que ocorreu com outros produtos processados, como cerveja, açúcar, vinho e café solúvel.

O consumidor moderno, no que se refere à demanda por alimentos, destaca-se não só com relação aos requerimentos relativos à qualidade do produto ofertado, mas também no que tange aos seus aspectos de conveniência, acessibilidade, higiene, apresentação (incluindo a embalagem), funcionalidade e segurança do alimento consumido. Tais exigências são recrudescidas com a melhoria dos níveis de educação e de informação e com o aumento de renda. Já as demandas relacionadas com o consumo de alimentos são fortemente influenciadas por vários fatores, destacando-se: a) taxa de crescimento da população; b) estrutura e tamanho da família; c) nível de educação; d) estrutura de emprego; e) nível de renda e sua distribuição; e f) etnia.

² Folha de São Paulo, 23 de janeiro de 2006.

Com relação ao crescimento populacional, verifica-se sensível diminuição da taxa de natalidade com a melhoria da renda, do nível de instrução e da qualidade de vida. Assim, tem sido registrado crescimento reduzido da população mundial, com decréscimos razoáveis nos países em desenvolvimento e reduções substanciais desses índices nos países desenvolvidos. Como resultado, tem-se o envelhecimento da população com suas implicações diretas sobre os requerimentos nutricionais e sobre o tipo de alimento demandado. Essa tendência é inexorável e reflete, segundo Hughes (2005)³, no crescimento mundial do contingente de pessoas com mais de 60 anos (Tabela 3). A taxa mundial de indivíduos nessa faixa de idade é de, aproximadamente, 14 % da população, com países como a Alemanha, Itália e Japão apresentando 29 %, 31 % e 34 %, respectivamente.

A estrutura e o tamanho da família também vêm se modificando, com tendências claras de redução no número de componentes e no aumento de pessoas vivendo sozinhas. Nesse contexto, outro aspecto importante é o crescimento de casais jovens em que ambos os cônjuges trabalham. Esse padrão reflete diretamente sobre as demandas por alimentos, influenciando itens como tamanho da porção, a embalagem, a acessibilidade, a apresentação e a facilidade de preparo.

No tocante ao nível de educação, percebe-se, claramente, sua relação direta com o fortalecimento da importância de características relativas aos aspectos de saúde que influenciam cada vez mais a escolha dos alimentos, crescendo a consciência da existência de alimentos bons e ruins e a valorização da aparência e da silhueta. No que diz respeito à estrutura de emprego, pelo menos duas

Tabela 3. Porcentagem da população mundial com mais de 60 anos de idade.

Origem	(%)
Mundo	13,6
China	16,8
Estados Unidos da América	22,0
Austrália	23,5
Reino Unido	24,5
França	26,6
Espanha	27,4
Alemanha	29,3
Itália	30,8
Japão	34,0

Fonte: Hughes (2005).

³ *Seminário Novus*, Saint Louis, USA.

características merecem destaque: a primeira é a redução do tempo destinado ao almoço e/ou a distância da residência e, a segunda, é a tendência de eliminação de local determinado para o desenvolvimento do trabalho, crescendo a realização das tarefas na própria casa ou por terceirizados ou, ainda, por *free-lancer*. Esse novo tipo de empregado também impõe exigências no quesito alimentação, com preferência crescente para os itens rapidez e facilidade no preparo. O nível de renda ressalta aspectos diferentes da demanda por alimentos e que implicam a necessidade de a cadeia agroalimentar ser capaz de oferecer produtos diferenciados, com alto valor agregado, e que possibilitem, por sua vez, a sensação do consumo sem culpa.

Outro importante aspecto que vem se fortalecendo nos últimos anos é a influência étnica sobre o consumo de alimentos. O peso da etnia sobre a alimentação tem sido exacerbado, possivelmente, pela globalização, que é responsável pela eliminação das fronteiras e contribui fortemente para a grande migração observada, quer seja dentro de um país, quer seja entre países. A distância das origens e a velocidade imposta pela vida moderna afastam as pessoas de hábitos e/ou de alimentos consumidos durante a infância. Nessas condições, os alimentos representam o retorno às origens e o fortalecimento da identidade, e são ainda importantes coadjuvantes na redução do estresse. As dimensões culturais e religiosas são também elementos importantes na definição da composição alimentar da sociedade. É no equilíbrio dessa miríade de forças, de necessidades e de demandas (Fig. 3) que a produção de carne bovina no Brasil, segundo Euclides Filho (2006), vem sendo estruturada.

A inserção definitiva do Brasil no mercado mundial de carne bovina e de derivados, e a garantia de alimentação de qualidade com preços competitivos para a população têm de ser alcançadas em cadeias produtivas bioeconomicamente sustentáveis e socialmente justas. Isso quer dizer que não só os sistemas de produção mas também os demais segmentos, devem estar preocupados com itens como segurança dos alimentos produzidos, manutenção dos recursos não-renováveis, bem-estar animal e social, aumento de participação no mercado externo e melhoria da equidade social.

É nessa ótica que a cadeia produtiva da carne bovina vem se fortalecendo. Segundo Euclides Filho (2000), existem quatro grandes grupos de forças norteadoras: o primeiro é constituído pelas forças inerentes ao sistema de produção e se refere à melhoria da eficiência produtiva; o segundo compõe-se pelas variáveis de mercado e é capitaneado pela competitividade e pelo atendimento das demandas do consumidor; o terceiro é formado pelas imposições relacionadas com o ambiente e diz respeito tanto ao sistema de

produção, no que se refere à produção de forma sustentável, quanto às indústrias, no tocante à não-poluição e à produção de alimentos saudáveis; e o último que, lentamente, começa a se instalar e ganhar força, envolve o indivíduo no contexto global. Nesse caso, é preciso progresso com desenvolvimento social, crescimento com melhoria da distribuição dos ganhos e preocupação com o bem-estar individual e coletivo.

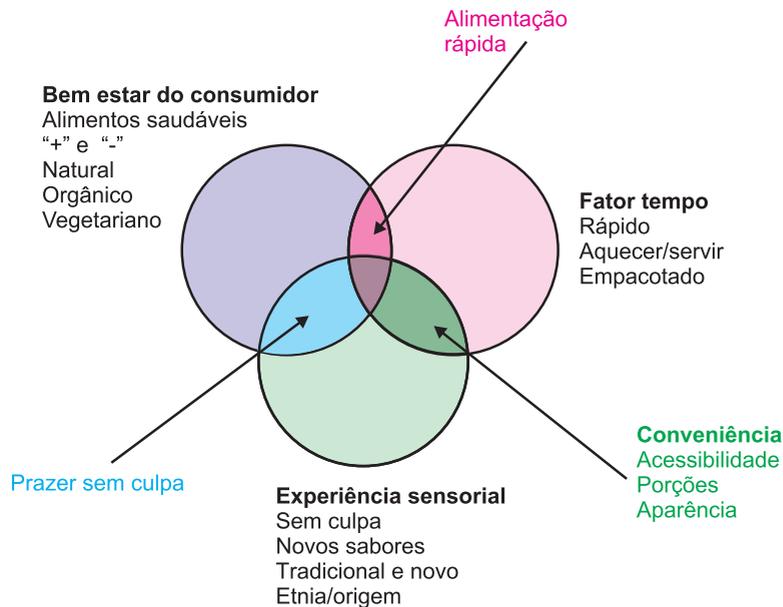


Fig. 3. Tendência dos consumidores de alimentos.

Fonte: Adaptado de Hughes (2005).

Como pode ser claramente percebido, a consolidação definitiva da produção de bovinos de corte como agente de desenvolvimento nacional está ameaçada por forças que para serem suplantadas exigem a superação de desafios de diferentes ordens e os mais importantes podem ser classificados, segundo a origem, em: a) pesquisa (desenvolvimentos científico e tecnológico); b) políticos; e c) mercadológicos. Neste capítulo serão apresentados somente aqueles referentes à pesquisa e ao desenvolvimento.

Desafios para a pesquisa

Para as pesquisas dentro do sistema de produção é importante ressaltar que, além de se buscar eficiência no ambiente produtivo real, o enfoque sistêmico também se faz necessário pela imposição crescente de redução de gastos, uma vez que os recursos para pesquisa tornam-se cada vez mais escassos. Assim, os trabalhos devem ser conduzidos sempre que possível de maneira interdisciplinar e, também, interinstitucional. É importante fortalecer os trabalhos que integrem disciplinas convergentes e complementares e que se

desenvolvam pesquisas com o foco em cadeias produtivas, agropólos, arranjos produtivos locais e em clusters, conforme discutido por Euclides Filho (2006) e representados nas Fig. 4 e 5.

Nesse aspecto, vale ressaltar a preocupação e a sugestão dada por Euclides Filho (1998b). Segundo esse autor, maiores eficiências, tanto da pesquisa quanto dos sistemas de produção, seriam alcançadas se houvesse esforço integrado para o desenvolvimento de ações conjuntas acerca do melhoramento genético. Sugeriu que tais esforços fossem feitos juntamente com outras áreas do conhecimento, especificamente, as de nutrição e alimentação, reprodução, fisiologia e biologia molecular, para o desenvolvimento de estudos que possibilitem promover: a) mudança da curva de crescimento; b) mudança no nível de ingestão de alimentos; c) incremento da taxa de maturidade; d) redução de taxa metabólica ou na energia necessária para manutenção; e e) mudança na capacidade de perdas calóricas.

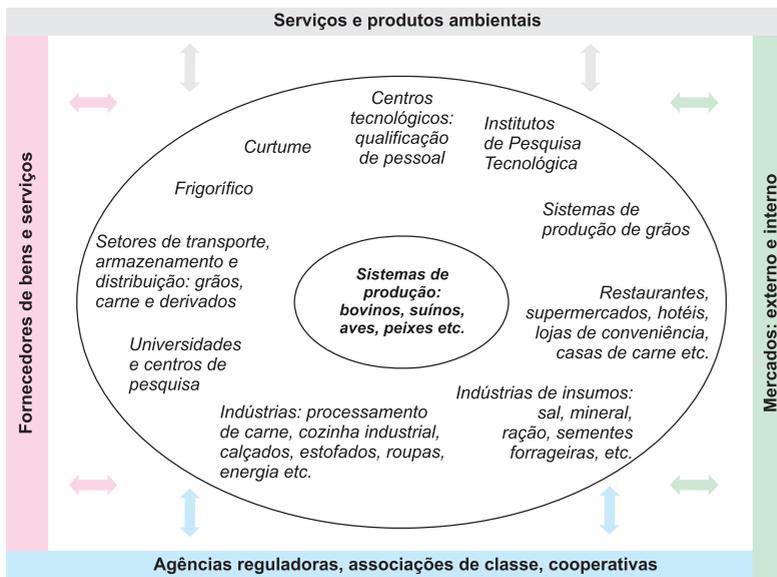


Fig. 4. Esquema de arranjo complexo envolvendo cadeias da produção animal.

Fonte: Euclides Filho (2006).



Fig. 5. Cluster de sistemas integrados de produção animal.

Fonte: Euclides Filho (2006).

Ainda segundo esse autor, tais estudos deveriam ter seus efeitos e suas interações com outras características economicamente importantes avaliados, e serem auxiliados pelas novas biotécnicas, sobretudo no que diz respeito à identificação de marcadores genéticos associados a tais características.

Outro aspecto importante é a necessidade premente de se consolidarem modificações nos diversos segmentos das cadeias produtivas, assegurando a oferta de produtos de qualidade. Isso pode ser traduzido na importância da integração de esforços com o intuito de: a) produzir alimentos com baixos teores de gordura, especialmente, alguns ácidos graxos saturados e colesterol; b) capitalizar os benefícios potenciais de outros como linoléico-2 (Trans 18:2), ou ácido linoléico conjugado (CLA); c) desenvolver estudos mais profundos sobre esses ácidos, para melhor compreensão de seus metabolismos; d) conhecer as composições lipídicas dos diversos genótipos animais; e) conhecer os efeitos da alimentação sobre essas composições; e f) capitalizar os alimentos funcionais e os nutraceuticos.

É ainda importante intensificarem estudos integrados com vistas a reduzir o ciclo de produção e aumentar a maciez da carne. Este último quesito tem sido identificado como sendo a característica organoléptica de maior importância entre aquelas relacionadas com a qualidade da carne bovina.

A redução do ciclo constitui uma das alternativas mais importantes para tornar a atividade de produção de carne bovina um negócio rentável. A antecipação do início da vida reprodutiva e o abate de animais jovens são importantes não só pelo impacto positivo direto no resultado econômico do sistema de produção, mas também por serem molas propulsoras de avanço muito mais amplo. Essa avaliação requer estudos e estratégias sistêmicas como pode ser observado nos resultados de alguns autores como Euclides Filho e Cezar (1995), Cezar e Euclides Filho (1996), Pötter et al. (1998) e Abreu et al. (2006).

Em síntese, a pesquisa com bovinos de corte no Brasil deverá ser conduzida com o foco em um cenário que possibilite vislumbrar o País com produção animal eficiente e competitiva e que atenda às expectativas do consumidor brasileiro nos aspectos de qualidade e preço, ao mesmo tempo que se insira de forma definitiva no mercado mundial. Apesar de exigir a continuidade dos esforços no desenvolvimento científico, isso requer a existência de equilíbrio muito bem estabelecido dessas atividades com aquelas voltadas para o desenvolvimento tecnológico e para produção como forma de assegurar a inovação tecnológica.

Igualmente, é importante buscar formas de garantir que grande parte do desenvolvimento seja conduzida com visão global, ou seja, ele deve estar sedimentado em enfoque sistêmico. E sempre que possível os dados devem

ser coletados de modo a possibilitar análise econômica e a contribuir para a alimentação de modelos de simulação, pois a avaliação da eficiência de determinada tecnologia no contexto global passará a ser medida de importância vital. Nessa ótica há que se fortalecer o desenvolvimento de conhecimentos e de tecnologias para sistemas integrados tais como lavoura-pecuária, agrossilvipastoril, bovino-fruticultura, exploração mista de leite e carne e bovino-ovinocaprino cultura.

Referências

- ABRAHÃO, J. J. S.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; PEROTTO, D.; LUGAO, S. M.B. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 512-518, 2006.
- ABREU, U. G. P.; LOPES, S. L.; BAPTISTA, A. J. M. dos S.; TORRES, R. de A.; SANTOS, H. do N. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal. Análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1242-1250, 2006.
- ALBERTO, G.; PORTELA, J. S.; OLIVEIRA, O. L. P. Efeito da adição de grão de sorgo moído e do emurchamento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 1, p. 1-11, 1993.
- ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth of Nelore cattle applying a parametric correlation structure to model within-animal correlations. **Live-stock Production Science**, v. 93, n. 1, p. 213-222, 2005.
- ALENCAR, M. M. Efeitos da produção de leite sobre o desenvolvimento de bezerros Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 16, n. 1, p. 1-13, 1987.
- ALENCAR, M. M.; BUGNER, M. Estudo da idade ao primeiro parto de vacas Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 2, p.151-156, 1986.
- ALENCAR, M. M.; RUZZA, F. J.; PORTO, E. J. S. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. III. Produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 4, p. 317-328, 1988.
- ALLEONI, G. F.; BOIN, C.; LEME, P. R.; VIEIRA, P. F.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; OTSUK, I. P. Avaliação da gravidade específica e de outras medidas corporais e da carcaça para estimar a composição corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 375-381, 1997a.
- ALLEONI, G. F.; LEME, P. R.; BOIN, C.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; VIEIRA, P. F.; TEDESCHI, L. O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 382-390, 1997b.
- ANDRADE, I. F.;SALGADO, J. G. F. Efeito da época de vedação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. Cameroon sobre sua produção e valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 637-646, 1992.
- ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; LOMBARDI, C. T.; SEARA, G. S. Absorções aparentes totais e parciais de cálcio, magnésio, fósforo e potássio pelas vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, p. 773-781, 1994.
- ARRIGONI, M. D. B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P. M. A.; MARTINS, C. L.; CERVIERI, R. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho de fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, 2004.

- ASSIS, A. C.; CAMPOS, O. F.; SOUZA, R. M.; VILHAÇA, M. A.; MORAES, J. M. Substituição parcial da torta de algodão pela cama de galinheiro em rações para vacas em lactação, em regime de pasto. **Revista Ceres**, v. 20, n. 112, p. 445-454, 1973a.
- ASSIS, A. G.; SOUZA, R. M.; VILHAÇA, M. A. Efeito de quatro tipos de arraçoamento de novilhos em semiconfinamento e posterior desenvolvimento no porto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 10. Porto Alegre, 1973b.
- ASSIS, A. C.; CAMPOS, O. F.; SOUZA, R. M.; VILHAÇA, M. A.; VILELA, M. Efeito da adição de uréia à cama de poedeiras sobre o ganho de peso de novilhos mestiços (M2). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n.2, p. 205-211, 1977.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R. N. B.; MALHADO, C. H. M.; LOBO, R. B.; MOURA, A. B. A. A.; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 988-996, 2006.
- AZEVEDO, P. C. N.; CARNEIRO, G. G.; PEREIRA, C. S.; FONSECA, C. G. Correlações fenotípicas, genéticas e ambientes entre pesos e entre pesos e ganhos de peso em bovinos Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 2, p. 145-150, 1986.
- BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R.; MULBACH, P. R. Efeito da suplementação mineral durante o inverno nos níveis de fósforo ósseo e sanguíneo e no desempenho pós-desmame de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 5, p. 994-1006, 1996.
- BARCELOS, A. F.; ANDRADE, I. F.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; FERREIRA, J. J.; SETTE, R. S.; BUENO, C. F. H.; AMARAL, R.; PAIVA, P. C. A. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados – resultados do segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 1215-1221, 1997.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; CARVALHO, J. L.; KRONKA, S. N.; PINOTTI, R. Digestibilidade de rações contendo bagaço de cana hidrolisado, suplementadas com farelo de algodão, levedura e rolão de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 18, n. 6, p. 532-537, 1989.
- BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; ANDRADE, P.; SAMPAIO, I. B. M. Eficiência de síntese de proteína microbiana estimada por diferentes marcadores microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 5, p. 800-809, 1995a.
- BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. M. Fluxo de nitrogênio duodenal e degradabilidade ruminal do nitrogênio da dieta estimado por meio de três marcadores microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 5, p. 810-819, 1995b.
- BOIN, C.; MELOTTI, L.; SCHNEIDER, B. H.; LOBÃO, A. O. Ensaio de digestibilidade (aparente) de silagem de sorgo, milho e de capim-napier. **Boletim da Indústria Animal**, v. 25, n. 1, p. 175-187, 1968.
- BONA FILHO, A.; LÓPEZ, J. Avaliação da qualidade da silagem de milheto comum (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) com suplementação nitrogenada ou energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 2, p. 316-331, 1979.
- BOSE, M. L. V.; WANDERLEY, R. C. Digestibilidade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona destoxicado e de feno de alfafa em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 17, n. 5, p. 456-464, 1988.
- BRANCO, A. F.; BEZERRA, E. S.; ZEOULA, L. M. Efeito da lasalocida sódica na dieta de bovinos Nelore em confinamento sobre características de produção e carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 4, p. 713-722, 1996.
- BRITO, F. V.; FRIES, L. A. Proposta de um método para avaliação genética de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 181-188, 1994.
- BRUM, P. A. R.; SOUZA, J. C.; COMASTRI FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. de. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-Grossense. I. Cálcio, fósforo e magnésio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 10, p. 1039-1048, 1987.

CABRAL, L. da S.; VALADARES FILHO, S. de C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L. de; DETMANN, E. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.

CARVALHO, M. P.; BOIN, C.; LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O. Substituição parcial do milho por subprodutos energéticos em dietas de novilhos, com base em bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade, parâmetros ruminais e degradação in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1182-1192, 1998.

CASTRO, A. C. G.; SILVA, J. F. C.; LAFETA, M. A. Q. Estudo da composição química, digestibilidade in vitro da matéria seca e desempenho de novilhos nelorados tratados com diferentes volumosos, durante a estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 447-455, 1992.

CEZAR, I. M.; EUCLIDES FILHO, K. **Novilho precoce**: reflexos na eficiência e economicidade do sistema de produção. Campo Grande: Embrapa-CNPGC. 1996. 31 p. (Embrapa-CNPGC. Documentos, 66).

COLLADO, A. L.; SILVA, J. F. C. da. Valor nutritivo da farinha de casca do fruto do cacauzeiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 1, p. 129-140, 1978.

COSTA, N. L.; OLIVEIRA, J. R. C.; PAULINO, V. T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 495-501, 1993.

COSTA, T. A. F.; VIEIRA, P. F.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, M. D. S.; FAVORETTO, V.; ANDRADE, P.; MALHEIROS, E. B. Substituição da cama de frango pela levedura seca em rações para bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 6, p. 548-569, 1986.

DAYRELL, M. S.; AROEIRA, L. J. M.; COUTO, R. C. A. Utilização do fosfato de tapira na dieta de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 1222-1226, 1997.

DAYRELL, M. S.; FERREIRA, A. M.; LIMA FILHO, M. S.; VERNEQUE, R. S.; COUTO, R. C. A. Níveis de cobre, ferro e manganês no fígado de bovinos e em forrageiras de propriedades localizadas na região da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 280-286, 1993.

DIAS, L. T.; FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1878-1882, 2003.

EMRICH, E. S.; DURÃES, M. C.; FERREIRA, J. G.; SOUZA, J. C.; GONTIJO, U. P. M. Uso de soja integral (todo pé) como suplemento protéico para vacas leiteiras em produção. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 2, n.1, p. 41-53, 1973.

EUCLIDES FILHO, K. O melhoramento animal no Brasil, sua história e sua arte. Conferência apresentada no simpósio Perspectivas do melhoramento animal no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GENÉTICA, 63., **Anais...** Goiânia, 13-16 de agosto 1997. 20 p.

EUCLIDES FILHO, K. O melhoramento genético de bovino de corte e suas inter-relações com demandas, cadeia produtiva e sistemas de produção. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998a, Uberaba. **Anais...** Viçosa: SBMA, 1998. p. 197-206.

EUCLIDES FILHO, K. A situação do melhoramento genético com relação à maciez da carne bovina e sua importância para a pecuária de corte brasileira. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1998, São Carlos. Estado da arte, necessidade de pesquisa e direcionamento de programas de melhoramento genético. **Anais...** São Carlos: Embrapa-CPPSE/São Paulo: Fundepec/Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1998b. p.105-113

EUCLIDES FILHO, K. Retrospectiva e desafios da produção de ruminantes no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999a.

EUCLIDES FILHO, K. **O melhoramento genético animal no Brasil** fundamentos, história e importância. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999b. 63 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 75).

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 85).

EUCLIDES FILHO, K. Achievements of research in the field of beef cattle. **WAAP Book of the year 2005.** The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 137-142.

EUCLIDES FILHO, K. Produção animal no bioma Cerrado: uma abordagem conceitual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. p. 116-137.

EUCLIDES FILHO, K.; CEZAR, I.M. **Produção de novilho precoce e seus efeitos na produtividade do sistema.** Campo Grande, Embrapa-CNPGC, 1995, 3 p. (Embrapa-CNPGC. CNPGC Divulga, 4).

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO G.R.; EUCLIDES, V.P.B. Eficiência de produção de vacas de corte com diferentes potenciais para produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, DF, v. 30, n. 7, p. 1003-1007, 1995.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R.; BARBOSA, R. A. Eficiência bionutricional de animais Nelore e seus mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2001.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R. de; CARVALHO, J. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas.II. Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 73-79, 1997b.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R. de; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. I. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 66-72, 1997a.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G.R.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de desempenho de animais ¾ Nelore-Europeu sob três dietas. II. Características de carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá : SBZ, 1994. p. 71-73.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R. de; OLIVEIRA, M. P. Efeito da suplementação com concentrado sobre idade de abate e características de carcaça de bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 1096-1102, 1997c.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G. L. D.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, L. O. C.; CUSINATO, V. Q. Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 71-76. 2001b.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B. Eficiência de produção de vacas de corte com diferentes potenciais para produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 7, p. 1003-1007, 1995.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES V. P. B.; SILVA, L. O. C.; CUSINATO, V. Q. Eficiência bionutricional de animais da raça Nelore e seus mestiços com Caracu, Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 331-334, 2002.

- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; FEIJÓ, G. L. D.; SILVA, L. O. C.; EUCLIDES, V. P. B.; ELIAS, C. Características de carcaça de animais mestiços criados em sistemas intensivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 470-481, 2001a.
- EUCLIDES FILHO, K.; NOBRE, P. R. C.; ROSA, A. do N. Idade da vaca e suas inter-relações com fazenda, reprodutor e sexo do bezerro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 40-46, 1991.
- EUCLIDES FILHO, K.; RESTLE, J.; OLSON, T. A.; KOGER, M.; HARGROVE, D. Medidas de eficiência na produção de terneiros a partir de vacas de tamanho e habilidade leiteira diferentes. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p. 138.
- EUCLIDES FILHO, K.; ROSA, A. do N.; FIGUEIREDO, G. R. Peso ao nascer de bezerras Nelore: heritabilidade e interação sexo-reprodutor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 6, p. 913-923, 1981.
- EUCLIDES FILHO, K.; SILVA, M.A.; MILAGRES, J.C.; GOMES, F.R. Estimativas de parâmetros genéticos e fenótipos de pesos e ganhos de peso em bezerras Nelore, no período de aleitamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** Viçosa, MG, v. 7, n. 2, p. 234-244, 1978.
- EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z. J.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 246-254, 1998.
- EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z. J. de; FIGUEIREDO, G. R. **Suplementação a pasto**: uma alternativa para produção de novilho precoce. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1995. 3 p. (Embrapa-CNPGC. CNPGC Divulga, 1).
- EUCLIDES, V. P. B.; LEÃO, M. I.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, J. F. C. da. Digestão de sorgo granífero com diferentes teores tânicos, em carneiros com cânula duodenal reintrante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 6, n. 2, p. 273-288, 1977b.
- EUCLIDES, V. P. B.; LEÃO, M. I.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, J. F. C. da. Influência do nível de tanino sobre os coeficientes de digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 6, n. 2, p. 273-288, 1977a.
- EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; SILVA, J. M.; VIEIRA, A. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno-em-pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 393-408, 1990.
- EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; GALVÃO, J. D. Consórcio milho-soja: rendimento forrageiro e teor de proteína da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 6, p. 578-584, 1991.
- EZEQUIEL, J. M. B.; ANDRADE, P. Avaliação de rações contendo bagaço de cana-de-açúcar e palha de arroz. I. Ingestão de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 17, n. 5, p. 440-445, 1988.
- FAVORETTO, V.; PEIXOTO, A. M. Valor nutritivo do feno de labe labe (*Dolichos Lab Lab* L.) obtido em duas épocas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 1, p. 58-174, 1978.
- FIGUEIREDO, G. R. de; SILVA, M. de A.; MILAGRES, J. C.; LUDWIG, A.; ROSA, A. do N. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos e ganhos de peso de animais Nelore após a desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 2, p.234-244, 1978.
- FERREIRA, J. J.; MARQUES NETO, J.; MIRANDA, C. S. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 18, n. 4, p. 306-313, 1989.
- FERREIRA, J. J.; ZUNIGA, M. C. P.; VIANA, M. C. M. Silagem mista de capim-elefante e milho versus mistura de silagens de capim-elefante e de milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 6, p. 1027-1037, 1995.

- FRANZOLIN, R.; HERLING, V. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Degradabilidade in situ de gramíneas e leguminosas em búfalos sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 8-19, 1995.
- FRIES, L. A.; SHENKEL, F. S. Estimation and prediction under a selection model. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Palestras dos simpósios**. Niterói: SBZ, 1993. p. 1-22.
- FURTADO, D. A.; CAMPOS, J.; SILVA, J. F. C.; CASTRO, A. C. G. Farelo de trigo como suplemento energético-protéico para a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) e silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 209-217, 1991.
- GALVÃO, J. G.; FONTES, C. A. A.; PIRES, C. C.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. Ganho de peso, consumo e conversão alimentar em bovinos não-castrados, de três grupos raciais, abatidos em diferentes estágios de maturidade (estudo 1). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 494-501, 1991.
- GARCIA, J. A.; CAMPOS, J.; PERES, G. L. Melaço/uréia x raspa de mandioca/uréia na engorda de bovinos em confinamento. **Seiva**, v. 30, n. 70, p. 9-22, 1970.
- GIANOTTI, J. D. G.; PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. R. Z.; LEANDRO, R. A. Metanálise bayesiana de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 15-22, 2006.
- GOMES, A.; HONER, M. R.; SCHENK, M. A. M.; CURVO, J. B. E. Populations of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on purebred Nellore, Ibagé and Nellore x European crossbreds in the Brazilian savanna. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 20, p. 124-130, 1988
- GOMES, B. V.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A.; AMARAL, J. L. Estudo das características físico-químicas de fenos e palhas. II. Efeito sobre a degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 292-304, 1994.
- GOMIDE, J. A.; SILVA, J. F. C. da. Valor nutritivo da aveia-forrageira (*Avena bizantina*, L.) sob as formas de verde, silagem e feno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 1, p. 145-157, 1978.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; CASTRO, A. C.; VALADARES FILHO, S. C. Exigências de proteína para novilhos de cinco grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 430-437, 1991f.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; ESTEVÃO, M. M.; TORRES, R. A. Consumo e digestibilidade da matéria seca e da energia em zebuínos e taurinos, seus mestiços e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 4, p. 384-395, 1991a.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; ESTEVÃO, M. M.; TORRES, R. A. Uso de água tritiada na predição da composição corporal de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 4, p. 396-404, 1991b.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; GOMES, A. I.; CASTRO, A. C. G. Métodos para determinação da composição corporal e estudo da área corporal de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 4, p. 405-412, 1991c.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CASTRO, A. C. G. Exigência de energia para cinco grupos genéticos de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 421-429, 1991e.
- HALL, G. A. B. Avaliação de algumas misturas minerais para ruminantes no mercado brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 6, n. 2, p. 186-204, 1977.
- HALL, G. A. B.; DIXON LEE, JUNIOR, D. Efeito da fonte de fósforo e tempo de incubação na solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2 %, e em fluido de rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 1, p. 14-25, 1978.

- JARDIM, P. O. C.; MÜLLER, L. Efeito da conformação no rendimento da porção comestível na carcaça bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., 1976, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 1976. p. 28.
- JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; FREITAS, J. A.; SOARES, J. E. RODRIGUES, L. R. R.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D. Ganho de peso e de carcaça, consumo e conversão alimentar de bovinos e bubalinos abatidos em dois estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 806-812, 1997.
- LANÇANOVA, J. A. C.; OLIVEIRA, M. D. S. de; PACOLA, L. J.; VILELA, L. M. R.; SAMPAIO, A. A. M.; FIGUEIREDO, L. A. de; MALHEIROS, E. B. Digestibilidade dos nutrientes de uma ração completa em bovinos de diferentes grupos genéticos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 421-426. 2002.
- LANNA, D. P.; PACKER, I. U. Eficiência biológica e econômica de bovinos de corte. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1998, São Carlos. Estado da arte, necessidade de pesquisa e direcionamento de programas de melhoramento genético. **Anais...** São Carlos: Embrapa – CPPSE/São Paulo: Fundeppec/Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 1998. p. 105-113.
- LAUZER, J. J.; MÜLLER, L.; SILVA, S.F da. A influência da conformação no rendimento de alguns cortes da carcaça bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 1, p.1 02-109, 1979.
- LAVEZZO, O. E. N.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E. R. Estádio de desenvolvimento do milho. 3. Avaliação de silagem através dos parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 171-178, 1998.
- LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; VIEIRA, R. A. M.; FREITAS, J. A.; DUTRA, A. R.; LIMA, A. V.; RIBEIRO, M. D.; COSTA, M. G. Exigências nutricionais em macronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para novilhos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 584-590, 2006.
- LISBOA, S. R.; FERNANDES, L. C. O. Efeito do tamanho corporal na fertilidade da primeira e segunda estação de monta e na produtividade de fêmeas cruza Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 3, p. 204-214, 1987.
- LIZIEIRE, R. S.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. Níveis crescentes de proteína degradada no rúmen de cabras. I. Efeitos sobre consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 6, p. 552-561, 1990a.
- LIZIEIRE, R. S.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. Níveis crescentes de proteína degradada no rúmen de cabras. I. Efeitos sobre alguns parâmetros da fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 6, p. 562-570, 1990b.
- LOBO, R. B.; BARROS, P. S.; NOMELINI, J.; VOZZI, P. A.; PIMENTA FILHO, E. Extensão da experiência dos programas de melhoramento do Nelore para outras raças e diferentes finalidades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, PB. 2006. p. 842-855.
- LONDOÑO HERNÁNDEZ, F. I.; SANCHEZ, L. B. M.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. H. S. Desaparecimento ruminal e digestibilidade intestinal e total de matéria seca e proteína bruta de alguns suplementos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 777-782, 1998a.
- LONDOÑO HERNÁNDEZ, F. I.; SANCHEZ, L. B. M.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. H. S. Efeito do tipo de processamento da amostra sobre o desaparecimento ruminal e as digestibilidades intestinal e total da proteína de duas gramíneas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 783-789, 1998b.
- LOPES, P. S.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, E. N.; EUCLYDES, R. F. Avaliação de métodos iterativos de resolução de equações de modelo misto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3. p. 461-472, 1995.

LORENZONI, W. R.; CAMPOS, J.; GARCIA, J. A.; SILVA, J. F. C. Ganhos de peso, eficiência alimentar e qualidade da carcaça de novilhos búfalos, nelores, holandeses e mestiços holandês-zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 6, p. 486-497, 1986.

LUDWIG, A.; SILVA, M. de A.; GOMES, F. R. Análise genética de parâmetros de curvas de crescimento do gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 1, p. 133-151, 1979.

MACEDO, M. P.; BASTOS, J. F. P.; SOBRINHO, B. E.; RESENDE, F. D.; FIGUEIREDO, L. A.; RODRIGUES NETO, A. J. R. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MADRUGA, C. R.; AYCARDI, E.; KESSLER, R. H.; SCHENK, M. A. M.; FIGUEIREDO, G. R. de; CURVO, J. B. E. Níveis de anticorpos anti-*Babesia bigemina* e *Babesia bovis*, em bezerros da raça Nelore, Ibagé e cruzamentos de Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, n. 19, p. 1163-1168, 1984.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; VIEIRA, R. A. M. Sebo de bovino em rações para vacas em lactação. 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 153-163, 1996.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M., BORGES, A.C. Estimativa da metagênese em vacas lactantes alimentadas com rações concentradas contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 205-212, 1997b.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F.C.; PEREIRA, J.C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p.1243-1251, 1997a.

MALLMANN, G. M.; PATINO, H. O.; SILVEIRA, A. L. F.; MEDEIROS, F. S.; KNORR, M. Consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade suplementado com nitrogênio não-protéico em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 331-337. 2006.

MARTINS, E. N.; SILVA, M. A., LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; RAGGI, L. A. Desenvolvimento de um sistema para simulação de população de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 272-282, 1997.

MASCIOLI, A. S.; ALENCAR, M. M.; BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. S.; NOVAES, A. P. Influência de fatores do meio sobre peso de animais da raça Conchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 5, p. 853-862, 1996.

MERCADANTE, M. E. Z.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S.; FIGUEIREDO, L. A. Efeito da seleção para crescimento na permanência de vacas Nelore no rebanho até cinco anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 344-349, 2004.

MIRANDA, E. N.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P.; MELLO, R. O.; GESUALDI JÚNIOR, A.; RESENDE, F. D.; ALLEONI, G. F. Composição corporal e exigências nutricionais de macronutrientes de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 1201-1211, 2006.

MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Desempenho e características de carcaça de novilhos inteiros ou castrados ao entrar para o confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 671-673.

MONTANHOLI, Y. R.; BARCELLOS, J. O. J.; BORGES, J. B.; COSTA, E. C.; WUNSH, C.; PRATES, E. R. Ganho de peso na recria e desempenho reprodutivo de novilhas acasaladas com sobreano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 12, p. 1253-1259, 2004.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, K. A. K. M. Avaliação qualitativa da pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf., sob pastejo, no período da seca, por intermédio de três métodos de amostragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 30-35, 2005.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; DETMAN, E.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, K. A. K. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 914-920, 2006.

MORAIS, C. A. C.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SOARES, J. E.; FREITAS, J. A.; CASTRO, A. C. G. Influência da monensina sobre o rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e outras características, em bovinos castrados e não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 72-80, 1993b.

MORAIS, C. A. C.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SOARES, J. E.; QUEIROZ, A. C.; CAMPOS, J. M. S. Influência da monensina sobre o ganho de peso, consumo e conversão alimentar em bovinos castrados e não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 64-71, 1993a.

MORAIS, C. A. C.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SOARES, J. E.; QUEIROZ, A. C.; CASTRO, A. C. G. Influência da monensina sobre a composição física e química da carcaça de bovinos castrados e não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 6, p. 952-959, 1993c.

MÜLLER, L.; BORGES, V. F. Rendimento de corte serrote em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1976, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 1976. p. 114.

MÜLLER, L.; PRIMO, A. T. Características de carcaças de novilhos submetidos a diferentes regimes alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SBZ, 1985. p. 162, Resumo.

NEIVA, J. N. M.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; PIRES, A. J. V.; SILVA, H. A. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 466-473, 1998.

NICODEMO, M. L. F.; SOUZA, J. C.; GOMES, R. F.; NUNES, V. A.; ROSA, I. V.; VIANA, J. A. C. Fontes de fósforo em misturas minerais para novilhas em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 801-808, 1998.

NICODEMO, M. L. F.; MORAES, S. S.; ROSA, I. V.; MACEDO, M. C. M.; THIAGO, L. R. L. S.; ANJOS, C. R. Avaliação de níveis de fósforo na dieta de novilhos Nelore em crescimento: efeito no desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1191-1195, 2000.

NICODEMO, M. L. F.; MORAES, S. S.; THIAGO, L. R. L. S.; MACEDO, M. C. M.; CAXIAS, E. L.; NOGUEIRA, E.; VIEIRA, J. M.; VAZ, E. C. Desempenho de vacas jovens Nelore em pastagens de *Brachiaria brizantha* suplementadas ou não com fósforo/cálcio e ração durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 7, p. 2151-2160, 2004.

NICODEMO, M. L. F.; MORAES, S. S.; THIAGO, L. R. L. S.; CAXIAS, E. L.; MACEDO, M. C. M.; PIRES, P. P.; MADRUGA, C. R.; VAZ, E. C.; BARROCAS, G. E. G. Metabolismo ósseo de vacas jovens Nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* suplementadas ou não durante o período seco com fósforo/cálcio e concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 216-226, 2005.

OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A. Respostas de novilhos à aplicação de anabolizante, alimentados com diferentes fontes de energia e de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 3, p. 435-447, 1979.

- OBEID, J. A.; ZAGO, C. P.; GOMIDE, J. A. Qualidade e valor nutritivo de silagem consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual; (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 4, p. 439-446, 1985.
- OLIVEIRA, D. E.; PRATES, E.R.; PERALBA, M.C.R. Identificação e quantificação de n-alcanos presentes nas ceras de plantas forrageiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 26, n.5, p. 881-886, 1997.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SANTOS, F. A. P. Digestibilidade de nutrientes em dietas de bovinos contendo uréia ou amiréia em substituição ao farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 2, p. 173-178, 2004.
- OLIVEIRA, G. P. de, ALENCAR, M. M. de. Resistência de bovinos Canchim ao carrapato (*Boophilus microplus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA., 33, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p. 304.
- OLIVEIRA, M. D. S. de; SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. de F.; BANZATTO, D. A. Digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da silagem de milho associada ao concentrado, por meio de ensaios in vivo e in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 590-594, 1997.
- OLIVEIRA, M. D. S.; ANDRADE, P. Utilização da monensina na alimentação de bezerros com dietas de volumosos e concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 3, p. 265-270, 1985.
- OLIVEIRA, R. F. M.; FONTES, C. A. A.; SILVA, J. F. C., GOMIDE, J. A.; PAULINO, M. F. Estudo da recuperação fecal do Cr₂O₃ e dos indicadores internos cia, cida e lignina em períodos de coleta de dois a sete dias, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 513-521, 1991b.
- PÁDUA, J. T.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; MIYAGI, E. S.; PRADO, C. S.; RESTLE, J.; RESENDE, L. S. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33. n. 8, p. 2330-2342, 2004.
- PASSINI, R.; BORGATTI, L. M. O.; FERREIRA, F. A.; RODRIGUES, P. H. M. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39,n. 3, p. 271-276. 2004.
- PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. B. K.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ALEXANDRINO, E.; FIGUEIREDO, D. M. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 957-962, 2005.
- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.
- PEREIRA, J. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. N.; CANTARUTTI, R. B.; REGAZZI, A. J. Consumo e ganho de peso de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 118-131, 1992.
- PEREIRA, J. R. A.; BOSE, M. L. V.; BOIN, C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e in situ com bovinos da raça Nelore. 1. Silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p.832-837, 1997a.
- PEREIRA, J. R. A.; BOSE, M. L. V.; BOIN, C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e in situ com bovinos da raça Nelore. 1. Milho e farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 838-843, 1997b.
- PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F.; OSPINA, M. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente em ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos de digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n.3 p. 306-312, 1991a.

- PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F.; OSPINA, M. Avaliação do cromo mordente como indicador externo da produção fecal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3 p. 313-318, 1991b.
- PIRES, A. V.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAÚJO, R. C.; GOULART, R. C. D. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 937-942, 2004.
- PIRES, C. C.; FONTES, C. A. A.; GALVÃO, J.G.; QUEIROZ, A. C., PEREIRA, J. C.; PAULINO, M. F. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. I. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 110-120, 1993.
- PONS, S. B.; CARDELLINO, R. A. Relação entre o crescimento da vaca até os 550 dias e sua habilidade materna futura, na raça Hereford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 2, p. 109-115, 1986.
- POTT, E. B.; BRUMM, P. A. R.; POTT, A.; ALMEIDA, I. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; TULIO, R. R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-Grossense. IV. Levantamento de micronutrientes no baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 11, p. 2361-1368. 1990a.
- POTT, E. B.; POTT, A.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P. A. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; TULIO, R. R. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Matogrossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 11, p. 1361-1368, 1990b.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J. F. P.; NETTO, C. G. A. M. Produtividade de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 613-619, 1998.
- QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. A.; RESENDE, F. D., PEREIRA, J. C.; DUTRA, A. R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 1. Consumo, taxa de passagem da matéria seca, degradação in situ da matéria seca e da fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2. p.381-389, 1998a.
- QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. A.; RESENDE, F. D.; PEREIRA, J. C.; DUTRA, A. R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 2 Concentração de amônia ruminal e pH ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2. p.390-396, 1998b.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEDROSO, P. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de volumosos de baixa qualidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 486-493, 1995.
- RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. V.; PEREIRA, J. C.; MANCIO, A. B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso: concentrado. 1. Digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 261-269, 2001.
- RESTLE, J.; VAZ, F. N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros e castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 10, p. 1091-1095, 1997.
- ROMO, M. M.; ESTRADA, G. T.; HARO, I. M.; SOLIS, I. C.; CRUZ-VÁSQUEZ, C. Digestibilidade in situ de dietas com farinha de nopal desidratado conteniendo um preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 41, n. 6, p. 1173-1177. 2006.
- ROSA, A. do N.; LOBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N.; BEZERRA, L. A. F.; BORJAS, A. de Los R. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 8, p. 1027-1036. 2001.
- ROSA, A. do N.; SILVA, M. de A.; LUDWIG, A. Parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos corporais ajustados pela curva de crescimento de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 7, n. 2, p. 329-345, 1978.

- ROSA, A. do N.; SILVA, M. de A.; SILVA, J. C.; BARBOSA, H. M. Análise genética do peso à maturidade e do grau de maturidade de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 1, p. 43-56, 1979a.
- ROSA, A. do N.; SILVA, M. de A.; OLIVEIRA, L. M.; FIGUEIREDO, G. R. de. Análise genética de taxas de crescimento de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 4, p. 563-579, 1979b.
- SAMPAIO, A. A. M.; EZEQUIEL, J. M. B.; CAMPOS, F. P. OLIVEIRA, M. D. S. TOSI, H. Utilização da cama de frangos e da soja-grão na alimentação de bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 252-260, 1995.
- SAMPAIO, A. A. M.; ROSSI JUNIOR, P.; BRITO, R. M.; CESTARI, A. L.; BIONDI, A. Efeito de diferentes volumosos sobre a degradabilidade in situ de nutrientes e variáveis da fermentação ruminal, mediante a aplicação de somatotropina bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1234-1240, 1998.
- SILVA, A. G. RODRIGUES, M. T. GARCIA, J. A. SILVA, J. F. C. VALADARES FILHO, S. C. Exigências nutricionais de proteína para manutenção de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 6, p.604-613, 1991a.
- SILVA, A. G.; RODRIGUES, M. T.; GARCIA, J. A.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína para cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, n. 6, p. 614-631, 1991b.
- SILVA, D. S.; GOMIDE, J. A.; FONTES, C. A. A.; QUEIROZ, A. C. Pressão de pastejo em pastagens de capim-elefante-anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott).I. Efeito sobre a estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 2, p. 249-257, 1994a.
- SILVA, M. de A.; CARNEIRO, G. G.; TORRES, J. R.; SAMPAIO, A. O. Causas de variação de pesos de novilhas Guzerá aos 550 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 5, n. 2, p. 141-157, 1976a.
- SILVA, M. de A.; CARNEIRO, G. G.; TORRES, J. R.; TEIXEIRA, N. M. Fatores que afetam a variação da produção de leite em vacas Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 5, n. 2, p. 158-172, 1976b.
- SILVEIRA, A. C.; LAVEZZO, W.; TOSI, H.; GONÇALEZ, D. A. Avaliação química de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 2, p. 287-300, 1979.
- SOUZA, J. C.; CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 4, p.387-395, 1979.
- SOUZA, J. C.; CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B.; BLUE, W. G. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 3, p. 335-341, 1980.
- SOUZA, J. C.; CONRAD, J. H.; MOTT, G. O.; McDOWELL, L. R.; AMMERMAN, C. B.; BLUE, W. G. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 11-20, 1982.
- SOUZA, J. C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima. I. Zinco e cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 11, p.1309-1316, 1985.
- SOUZA, J. C.; GONÇALVES, E. M.; VIANA, J. de A.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima. III. Cálcio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 12, p. 1327-1336, 1986.
- SOUZA, J.C.; NICODEMO, M.L.F.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. V. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.12, p. 1547-1554, 1989.

- SOUZA, J. C.; NICODEMO, M. L. F.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. V. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 12, p. 1547-1554, 1989.
- SOUZA, R. M. de; ASSIS, A. G. de; VILLAÇA, H. de A.; MARCELLINO, A. Influência de local e suplementação com “cama” de galinheiro, na recria de novilhos mestiços em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 3, n. 2, p.107-122, 1974.
- TEIXEIRA, J. C.; SILVA, J. F. C.; GARCIA, J. A.; SILVA, M. A. de; LORENZONI, W. R. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. I. Composição do corpo e do ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 175-180, 1987a.
- TEIXEIRA, J. C.; SILVA, J. F. C.; GARCIA, J. A.; SILVA, M. A. de; LORENZONI, W. R. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. II. Exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 181-192, 1987b.
- TEIXEIRA, J. C.; SILVA, J. F. C.; GARCIA, J. A.; SILVA, M. A. de; LORENZONI, W.R. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. III. Área corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 193-197, 1987c.
- TEIXEIRA, J. C.; SILVA, J. F. C.; GARCIA, J. A.; SILVA, M. A. de; LORENZONI, W. R. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. IV. Cortes de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 198-203, 1987d.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 8, n. 1/2, p. 1-16, 1988.
- TONHATI, H.; GIANNONI, M. A.; OLIVEIRA, A. A. D. Avaliação de parâmetros ambientais e genéticos na produção de bovinos da raça Nelore, fase de aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 6, p. 498-507, 1986.
- TORRES JUNIOR, R. A. A.; BRACCINI NETO, J; SILVA, M. A; LOPES, P. S. Avaliação de metodologias de precisão de valor genético por meio de simulação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 1142-1146, 1997.
- TORRES, J. R.; ANDRADE, V. J.; CARNEIRO, G. G.; GOMES, F. R.; RAGGI, L. A.; SALVO, A. E. W. Efeitos de alguns fatores sobre o peso de bezerros da raça Guzerá aos 205 dias de idade. **Arquivo da Escola Superior Veterinária da UFMG**, v. 26, n. 2, p. 155-170, 1974.
- TORRES, R. A.; SILVA, M. de A.; TORRES, J. R. Fatores de meio e herança que afetam os pesos e o ganho de peso de bezerros Gir na fase de aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 3, p. 488-496, 1979.
- TORRES, R. A. A.; SILVA, M. de A.; CARNEIRO, G. G.; TORRES, J. R. Causas de variação de ganhos de peso de bezerros Guzerá durante o período de aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 49-63, 1977.
- TOSI, H.; OLIVEIRA, M. D. S.; BONASSI, I. A.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da ensilagem da alfafa sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 305-310, 1994.
- TOSI, H.; SILVEIRA, A. C.; FARIA, V. P.; PEREIRA, R. L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 4, n. 1, p. 39-48, 1975.
- TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; ARNT, L. M. Concentrações de cobre, zinco e enxofre em pastagens do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 6, p. 489-499, 1990.

VALADARES FILHO, S. C.; RODRIGUEZ, N. M.; INFANZÓN, R. R. V.; PIZARRO, E. A. Digestão total e parcial de fenos de soja perene em ovinos. I. Matéria seca e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 131-139, 1987b.

VALADARES FILHO, S. C.; RODRIGUEZ, N. M.; INFANZÓN, R. R. V.; PIZARRO, E. A. Digestão total e parcial de fenos de soja perene em ovinos. II. Carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p.131-139, 1987c.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; CASTRO, A. G. G. Estudo comparativo da digestão de matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos alimentados com diferentes rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p.120-130, 1987a.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; GONÇALVES, C. A. C.; GARCIA, J. A. Óxido crômico e lignina na determinação dos fluxos de matéria seca abomasal, ileal e fecal em bovinos e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 5, p. 565-574, 1985.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes e parciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 26, n. 6, p. 1252-1258, 1997a.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B.; RODRIGUEZ, N.M.; SILVA, J.F.C. Consumo e digestibilidades aparentes e parciais. 2. Consumo e digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 26, n. 6, p. 1259-1263, 1997b.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.6, p.1264-1269, 1997c.

VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R.; SILVA, S. da L.; CUNHA, J. A. Fontes de lipídios e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p.117-124, 2006.

VERADINO, M.; ANDRADE, P.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, M. D. S. de, ROSA, L. C. de A.; ANDRADE, T. de. Estudo do consumo e digestibilidade de rações contendo diferentes níveis de resíduo industrial do tomate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 1, p. 39-44, 1985.

VILELA, D.; RESENDE, J.C.; ASSIS A.G. Sistemas de conservação de forragem pela ensilagem: avaliação nutricional e econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 22, p. 195-209. 1996.

VILLAÇA, H. A.; ASSIS, A. G.; SOUZA, R. M.; GOMIDE, J. A.; MILAGRES, J. C. Feno de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado, como volumoso para bezerros e novilhos mestiços Holandês x Zebu em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 4, n. 1, p. 80-91, 1975.

ZANETTI, M. A.; CUNHA, J. A. Biodisponibilidade de fontes orgânicas e inorgânicas de selênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 623-627, 1997.

ZEOULA, L. M.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, L. M.; RESENDE, K. T. Utilização de cinza insolúvel em ácido. Óxido crômico e celulose em estudos de digestão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 73-82, 1992.

ZEOULA, M.; SILVA, J. F. C. da; SILVA, D. J. da; TORRES, R. A. Valor nutritivo do resíduo seco de cervejaria para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 5, p. 551-558, 1985.

Capítulo 2

Desenvolvimento da produção de leite

Vidal Pedroso de Faria
Paulo do Carmo Martins

O crescimento da produção de leite de bovinos no Brasil foi significativo nos últimos 40 anos, o que possibilitou, ao País, deixar de ser grande importador (JANK et al., 1999) para se tornar exportador de alguns produtos lácteos, como leite em pó, creme de leite em pó, leite condensado e queijos (CONEJERO et al., 2006). A exportação surgiu como consequência do consumo anual tradicionalmente baixo e estagnado num patamar médio de 130 L per capita (CARVALHO; OLIVEIRA, 2006), associado ao crescimento quantitativo da produção. Deve-se considerar que a disponibilidade de leite por habitante nunca foi grande, que o crescimento foi significativo, porém inadequado para produzir quantidade suficiente para a população, pois o nível para consumo per capita recomendado pela Organização Mundial de Saúde é de 210 L/hab. (CASTRO et al., 2006). Em 2005, com quase 184 milhões de pessoas (WIKIPÉDIA, 2006), a disponibilidade estimada era de somente 134 L/hab-ano, com uma produção de 24,6 bilhões de litros (IBGE, 2006). De 1970 a 1999, a produção de leite aumentou 169 % (YAMAGUCHI et al., 2001), com taxa anual de 3,8 %, superior à observada para o crescimento da população, que foi de 1,9 %. Esse fato justifica a evolução de 2,15 % na disponibilidade teórica per capita observada no mesmo período. Para possibilitar a disponibilidade adequada, se houvesse consumo adequado, seria necessário elevar o volume produzido em 9 bilhões de litros por ano (CARVALHO; OLIVEIRA, 2006). Sob o ponto de vista percentual, a evolução de 66,3 % na disponibilidade teórica parece grande em virtude da base inicial baixa, com crescimento anual de 2,6 %, mas o valor absoluto representa somente 2 L a mais por habitante/ano no período, o equivalente a 5 g/dia.

Comparações feitas sobre a produção de leite relacionada com a população indicaram que, nos países desenvolvidos, a disponibilidade, por habitante/

ano, já era grande, acima de 500 L na década de 1980, o que possibilitava não só consumo elevado como também excedentes consideráveis para exportação, como constatado na Europa e Oceania (FARIA, 1981). O mesmo cenário de produção baixa em relação à população encontrado no Brasil é verificado em outros países. E análises feitas no passado indicaram que a dificuldade de produção de leite estava mais relacionada com o desenvolvimento econômico e a aplicação de tecnologia que com localização geográfica, pois países vizinhos, em regiões consideradas problemáticas para a produção na faixa tropical, ou fora dela, mostravam capacidades produtivas e disponibilidades teóricas, por habitante, muito diferentes (FARIA, 1981). A pecuária leiteira da Rússia justifica a proposição, pois sempre apresentou produção pequena em relação à população e continua sendo grande importadora de produtos lácteos, apesar de estar localizada no Hemisfério Norte e possuir potencial reconhecidamente grande. Porém, apresenta dificuldades de produtividade e estruturação do setor em bases técnicas.

O relatório recente sobre a pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais (FAEMG, 2006) mostra, no início do século atual, alguns indicadores que revelam avanços, mas também problemas estruturais graves nas fazendas, como o fato de 35 % dos rebanhos serem constituídos por vacas e somente 23,7 % dos animais produzirem leite, enquanto 28,4 % eram machos destinados à venda como animais de corte ou para reprodução. As implicações dessa incoerência não têm recebido a devida atenção, entretanto mostram que o chamado rebanho leiteiro é muito grande para uma produção de leite pequena. Como o levantamento indica lotação média de 1,24 cab./ha, a área utilizada para produção tem que ser grande, exigindo investimentos muito altos em rebanho, terra, cercas, instalações, máquinas, equipamentos, insumos e trabalho. Mesmo nos estratos de produções consideradas altas, os rebanhos apresentavam características incompatíveis com conceitos técnicos, como ocorrência de 35 % a 39 % de vacas no rebanho, somente 23,7 % a 29,8 % do total de animais produzindo leite e 24 % a 26,9 % de machos. A lotação estimada para as fazendas que produziam mais de 500 L/dia era de 1,3 cab./ha a 1,5 cab./ha, havendo necessidade de manutenção de 3,38 a 3,70 animais improdutivos para cada vaca que produzia durante o ano (FAEMG, 2006). A estrutura do rebanho pode explicar o problema apontado em levantamentos anteriores nos estados de Minas Gerais e São Paulo, qual seja, nas fazendas leiteiras, a produção era muito pequena quando comparada com o montante de dinheiro investido nas propriedades (FELLET; GALAN, 2000; ALVES et al., 1999).

Levantamento publicado em 1969 para o rebanho brasileiro indicou situação muito semelhante à atual, pois animais que produziam representavam 23,6 % do rebanho, constituído por 40,2 % de vacas e 28,4 % de machos (COSTA et al.,

1971). Essa constatação revela um processo de estagnação conceitual, gerencial e técnico nas fazendas leiteiras nas últimas quatro décadas, pois, no passado, para uma população de vacas estimada em 8,1 milhões de cabeças, o rebanho leiteiro era composto por 20,2 milhões de cabeças. Na atualidade, para utilização de 20,5 milhões de vacas nas fazendas leiteiras (NOGUEIRA et al., 2006), o País precisa manter um rebanho imenso, em grande parte constituído por animais improdutivos.

A melhoria na porcentagem de vacas em lactação de 58,7 % (COSTA et al., 1971) para 68,3 % (FAEMG, 2006) no período de quase três décadas não seria suficiente para a manutenção de índices adequados, indicando uso deficiente do recurso produtivo. Porém, ajuda a explicar parte do aumento na produção anual por vaca do rebanho que, entretanto, não atingiu valores para descaracterizar a baixa produtividade. O índice produção por vacas do rebanho/ano, calculado pela divisão da produção pelo número total de vacas, que no Brasil recebe a denominação imprópria de vacas ordenhadas, é usado internacionalmente para caracterizar situação tecnológica, considerando a existência de níveis adequados para cada sistema. Outro indicador preocupante é a estimativa de que 14 % do leite produzido no Brasil não é vendido (FAEMG, 2006), revelando grande perda de receita por uso de conceitos inadequados como, por exemplo, amamentação de bezerros diretamente na vaca por todo período de lactação.

É necessário grande esforço para que ocorra um salto qualitativo nas fazendas produtoras de leite no Brasil, de modo que os índices de produtividade do rebanho leiteiro médio evoluam. Para exemplificar, se a vaca média brasileira que contribuiu, por ano, com menos de 1,2 mil litros em 2005 passasse a produzir 2 mil litros, valor relatado para o rebanho americano em 1940, a produção brasileira seria bem maior que 40 bilhões de litros, considerando o rebanho atual (FARIA, 2006). Para mudança nessa base de produção, bastariam medidas simples de manejo e alterações na concepção de como produzir, aproveitando mais efetivamente os fatores produtivos. Em todos os estados brasileiros, a produção média é bem menor que 2 mil litros anuais por vaca, com exceção de Santa Catarina com 2.139 L/vaca-ano (NOGUEIRA et al., 2006). É fato reconhecido que o potencial para produção de leite no Brasil é grande e que as perspectivas para o futuro são animadoras, contudo é preciso haver reversão na estrutura e na concepção de como produzir.

Crescimento da produção

É indiscutível que ocorreu desenvolvimento no setor produtivo, industrial e de comercialização de produtos lácteos no Brasil. Hoje, existem fazendas

tecnificadas e rentáveis que poderiam ser comparadas às existentes em qualquer país desenvolvido. Algumas regiões como, por exemplo, as colonizadas por holandeses no Estado do Paraná, revelam número considerável de propriedades diferenciadas e, nos municípios de Castro (3.600 L/vaca-ano) e Carambeí (4.053 L/vaca-ano), a produtividade do rebanho médio (NOGUEIRA et al., 2006) é compatível com os conceitos de produção racional. A constatação da existência de fazendas produtivas em diferentes estados indica que potencial existe e precisa ser acionado com uso correto de tecnologia. A expansão do leite para novas fronteiras e a existência de produtores marginais em número elevado, que exercem atividade meramente extrativa e venda de leite informal e rebanhos desestruturados, conferem à pecuária leiteira nacional média típica de regiões pouco desenvolvidas (FARIA, 1980).

As taxas de crescimento da produção de leite no País de 1995 a 2004 são significativas e maiores que as dos outros cinco principais produtores mundiais. Entre estes, a Alemanha, a França e a Rússia apresentaram valores negativos, o que permite supor que o Brasil, que possui um dos maiores rebanhos do mundo de vacas classificadas nas estatísticas como leiteiras, poderá se transformar, em décadas futuras, no segundo produtor em termos quantitativos, ultrapassado somente pelos Estados Unidos da América (FAEMG, 2006). No passado, a expansão da produção também era acelerada, pois de 1951 a 1963 o crescimento foi de 6,2 % ao ano (MEIRELLES, 2004), sendo que no Estado de São Paulo, a taxa foi de 12,2 % ao ano de 1949 a 1958 (VILLARES, 1959). No Brasil, o aumento estimado foi próximo de 44 % para o decênio 1960/69 (COSTA et al., 1971). Em 1969, o País produzia cerca de sete bilhões de litros (COSTA et al., 1971), ao passo que, em 2005, a estimativa foi de 24,6 bilhões (IBGE, 2006).

A caracterização do aumento da produção em porcentagem, ou taxas de crescimento, para justificar avanços no setor leiteiro nacional, pode conduzir à interpretação distorcida das razões que colocaram o País em posição de liderança na produção de leite, em detrimento de reflexões mais aprofundadas sobre as dificuldades observadas no setor e propostas realistas para melhoria. O aumento na produção do País tem sido sempre atribuído à evolução na produtividade do rebanho, melhoramento genético, profissionalização do produtor e tecnificação da atividade (OMETTO; CARVALHO, 2006). Uma análise crítica pode revelar que esses fatores podem ter contribuído, mas mesmo em conjunto não justificam e nem explicam o crescimento constante e significativo da produção, já que a produtividade da vaca média teve aumento quantitativo muito baixo e facilmente explicado por mudanças simples de manejo, como a adoção de suplementação volumosa na seca com forragem de melhor qualidade (FAEMG, 2006), ou duas ordenhas diárias, visto que,

historicamente, poucos produtores utilizavam essa prática (COSTA, 1962; FAEMG, 1996). Duas ordenhas diárias passaram a existir com refrigeração de leite na fazenda, elevando a produção de 30 % a 40 % (CARNEIRO, 1962) em gado não especializado. No caso de Minas Gerais, apesar de serem apontados aumentos percentuais de 76 % na contribuição da vaca, em dez anos, para o total produzido no estado, na amostragem de 1994 (FAEMG, 1996), por exemplo, a média se aproximou de 1.000 L/vaca-ano, quantidade insignificante e típica de regiões pouco desenvolvidas e semelhante à produzida por vacas de corte (MENDONÇA et al., 2002). A produção de 1.191 L, estimada para o Brasil na atualidade (IBGE, 2006) é menor que o valor relatado em 1830 nos Estados Unidos da América, que obtinha 1.231 L para cada vaca do rebanho (HODGSON, 1986), e representa 3,3 L/dia, quantidade menor que a caracterizada para amamentação de bezerros de corte (ALENCAR et al., 1985).

Não se consegue melhoramento genético significativo em quatro décadas devido à complexidade da tarefa. Nos Estados Unidos da América, estimaram-se ganhos genéticos em produção de leite de 1 % a 2 % por ano em 25 anos, mesmo com uso de tecnologia (WHITE et al., 1981). A profissionalização das fazendas no mundo desenvolvido aconteceu com a exploração racional dos fatores produtivos por aplicação de tecnologia (GRIGG, 1978; CROWLEY; NIEDERMEIR, 1981).

O aumento rápido da população urbana pressionou a demanda que, para ser atendida, forçou a procura do leite fora das áreas tradicionais existentes na primeira metade do século 20, concentradas nas regiões de maior densidade populacional no Sul e Sudeste, como mostra o mapa da distribuição das bacias leiteiras do Brasil em 1939 (DIAS, 2006). No Estado de São Paulo, a expansão da industrialização promoveu mudança rápida na população urbana, que passou de 44 % em 1940 para 80 % em 1970 (MEIRELLES, 1983). Estudo bem elaborado sobre a bacia leiteira do Rio de Janeiro em 1955, na época, a cidade mais populosa do País e capital da República, relatava que ocorria necessidade de deslocamento da produção para zonas mais distantes do centro de consumo. Como consequência da demanda pequena, mas crescente, pelo aumento populacional, dos baixos índices de produtividade dos rebanhos, e de estrutura baseada em pequenos produtores, foi necessário expandir a captação de leite para regiões distantes até 469 km, fato considerado problemático pela precariedade das estradas, pela pequena malha ferroviária, e pela falta de vagões refrigerados, já que este era o principal meio de transporte da época (JOVIANO, 1955). Para o abastecimento da cidade de São Paulo, as bacias leiteiras localizavam-se no máximo a 350 km no final dos anos de 1960, mas em meados da década de 1970, foi necessário estender a captação de leite para 800 km (MEIRELLES, 1996).

Os mapas históricos, representados nas Fig. 1 e 2 (CARNEIRO, 1955) mostram que o abastecimento dos maiores centros de consumo na década de 1950 já era feito por leite captado em áreas relativamente distantes, mas restritas, quando comparadas com a situação atual de produção em todo o território nacional.

Fig. 1. Bacia leiteira do Rio de Janeiro (Distrito Federal) na década de 1950.

Fonte: Carneiro (1955).

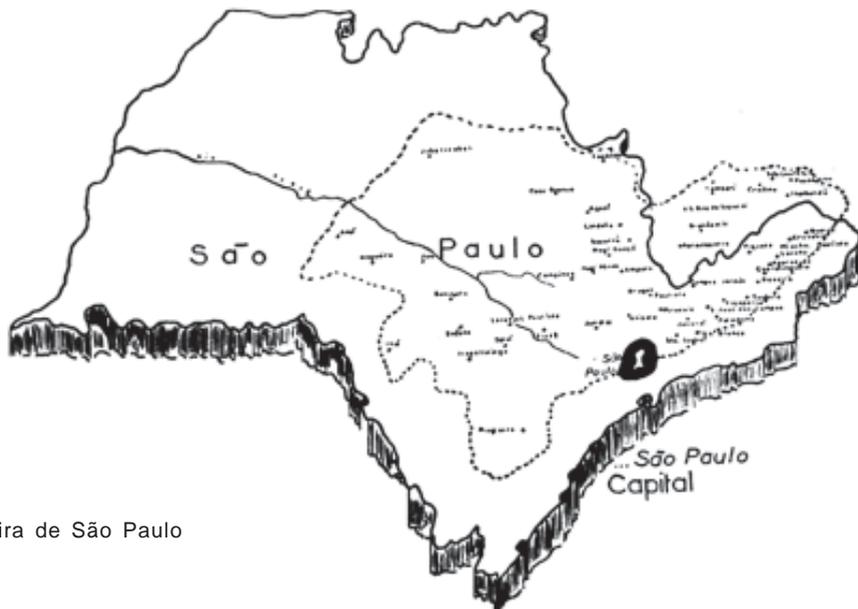


Fig. 2. Bacia leiteira de São Paulo na década de 1950.

Fonte: Carneiro (1955).

A expansão horizontal da captação, com aumento do chamado rebanho de vacas leiteiras de 9,3 milhões, em 1970 (YAMAGUSHI et al., 2001), para 20,5 milhões, em 2005 (IBGE, 2006), foi fator fundamental para incrementar a produção leiteira nacional, que sempre apresentou e ainda apresenta características de baixa produtividade. A taxa de crescimento estimada para o rebanho de vacas de 1970 a 1999 foi de 2,41 % ao ano (YAMAGUSHI et al., 2001). De maneira similar, o aumento da produção nos países desenvolvidos para o abastecimento de áreas urbanas após a Revolução Industrial, época em que a produtividade dos rebanhos também era baixa e a estrutura baseada em pequenos produtores, ocorreu como a descrita para as bacias do Rio de Janeiro e de São Paulo na metade do século 20.

Relatos históricos indicam que antes da Primeira Guerra Mundial, o abastecimento de leite fresco para a cidade de Nova York também teve que ser feito por áreas distantes até 440 km; Londres era abastecida, em 1920, por fazendas localizadas na Escócia; e Berlim recebia o produto de regiões localizadas a 700 km porque as bacias próximas das grandes metrópoles não produziam leite suficiente para atender a demanda. As ferrovias propiciaram meios de transporte de leite para as grandes cidades, mas foi reconhecido que a existência de rodovias boas para atingir as estações ferroviárias ou laticínios, pasteurização, transporte refrigerado e, principalmente, a organização de redes de compra, processamento e venda de leite também foram fundamentais para o crescimento acelerado da produção, estruturação e conseqüente aumento da produtividade da pecuária de leite na América do Norte e na Europa (GARNER, 1946; GRIGG, 1978).

A necessidade de expansão horizontal, para atendimento da demanda, levou os Estados Unidos da América a utilizarem 4,6 milhões de fazendas e, aproximadamente, 25 milhões de vacas para a produção de 52,2 bilhões de litros de leite em 1940 e, a partir de então, ocorreu redução contínua e acentuada no número de fazendas e de vacas, com aumento da produção pela especialização, melhoria da produtividade e estruturação da cadeia (HODGSON, 1986).

A infra-estrutura do setor rural no interior do Brasil, até mesmo a rodoferroviária, era muito precária, como pode ser observado em textos com fotos editados por ocasião do término da Segunda Guerra Mundial (SCHIMIDT, 1946), pois o início da industrialização no Brasil ocorreu bem mais tarde que na Europa ou América do Norte. A expansão da malha ferroviária foi pequena na primeira metade do século 20, contudo foi importante para captação de leite (JOVIANO, 1955; COSTA, 1962), e a Estrada de Ferro Central do Brasil foi responsável pelo desenvolvimento da bacia leiteira do Vale do Paraíba em São Paulo, que abastecia os dois maiores centros consumidores do País. A partir de 1950, as rodovias passaram a ser o princi-

pal meio de transporte (MEIRELLES, 1983) e permitiram a expansão da pecuária leiteira para outras regiões. Todavia, a refrigeração, considerada essencial para a manipulação de produto perecível, era incipiente ou inexistente por falta de energia elétrica; o transporte era inadequado (por meio de latões); e as estradas rurais eram ruins e mal conservadas. Levantamento da produção de leite no Município de Piracicaba, no Estado de São Paulo, na década de 1940, indicava deficiências grandes na infra-estrutura das fazendas, como rebanho inadequado, falta de eletricidade, máquinas e equipamentos, o que impedia a adoção de práticas para melhoria da produção e produtividade (JARDIM, 1948).

O desenvolvimento industrial trouxe, no decênio 1950/1960, melhoria na infra-estrutura agrícola, disponibilidade maior de energia, ampliação e melhoria das estradas, aumento na capacidade armazenadora de grãos, expansão da rede bancária e de fatores relacionados com a comercialização, que permitiram o estabelecimento de condições favoráveis ao desenvolvimento do setor rural do Estado de São Paulo (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1972). Entretanto, no período de industrialização acelerada, a agricultura foi fortemente discriminada, com vultosas transferências de renda do campo para a indústria (ALVES, 1988). Todavia, a conjuntura abriu perspectivas para expansão da produção de leite com características extrativistas para áreas mais distantes, como consequência da melhoria nos meios de transporte e disponibilidade de energia, não ocorrendo, entretanto, condições favoráveis para avanços no que diz respeito à produtividade da produção leiteira, pois a área de captação estava em constante expansão.

A marcha do leite para a Região Serrana do Rio de Janeiro, Zona da Mata Mineira, sul de Minas e divisa de São Paulo, para o abastecimento da capital da República, e também o desenvolvimento de empresas e cooperativas compradoras e processadoras de leite em regiões distantes (JOVIANO, 1955), foi similar ao ocorrido no Estado de São Paulo, com migração do leite para o sul de Minas Gerais e para o Cerrado no oeste e norte paulista. Em São Paulo, nas décadas de 1970 e 1980, houve grande expansão do leite para as regiões novas decorrente da melhoria das estradas e dos estabelecimentos de laticínios e cooperativas em regiões caracterizadas como de criação de gado de corte, que se tornaram regiões leiteiras importantes para o abastecimento do estado (BORTOLETO et al., 1997). A procura de mais leite forçou a Cooperativa Central de Laticínios do Estado de São Paulo a aumentar a área de captação de 27.717 km² em 72 municípios, em 1959, para 74.043 km² em 170 municípios em 1969 (MEIRELLES, 1983). Em 2004, a região de São José do Rio Preto, originalmente de criação de gado de corte, era a principal região leiteira de São Paulo, produzindo 22,5 % do total do estado, ao passo

que o Vale do Paraíba, que fora a principal bacia no passado, contribuía com somente 11,6 % (NOGUEIRA et al., 2006). Em Minas Gerais, o Triângulo Mineiro e as regiões do Alto Paranaíba passaram a ser as principais produtoras, respondendo por 24,7 % da produção do estado em 2004, ao passo que a Zona da Mata, que fora a principal bacia leiteira do passado, respondia por 9,9 % (FAEMG, 2006).

O ritmo acelerado de crescimento do leite (148 %) em Goiás de 1990 a 2005 pode ser atribuído ao grande rebanho de gado de corte; à pequena base de referência inicial; aos incentivos de políticas públicas; à organização dos produtores, graças ao trabalho de entidades de classe; à melhoria na infraestrutura de estradas; ao estabelecimento de indústrias para absorção e processamento da produção; e ao aumento da demanda nos grandes centros urbanos do Sudeste, que continuavam em expansão. Goiás passou a ser o segundo produtor nacional, produzindo excedentes para exportação para os grandes centros urbanos (NOGUEIRA et al., 2006). O modelo de expansão foi semelhante ao utilizado em São Paulo e Rio de Janeiro, partindo, inicialmente, de atividades extrativas em rebanhos de gado de corte, caminhando para áreas mais distantes, promovendo mestiçagem e, finalmente, sedimentando-se como importante atividade do agronegócio goiano.

A captação em novas fronteiras fez com que, entre os estados com excedente de leite, encontrem-se atualmente, além de Minas Gerais, Goiás e Paraná, também Santa Catarina, Pará, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (NOGUEIRA et al., 2006), que não tinham, no passado, nenhuma expressão em produção de leite. Entre os maiores municípios produtores do Brasil, São Félix do Xingu, no Pará, ocupa a quinta posição, apresentando o segundo maior rebanho bovino do País, com quase 127 mil vacas leiteiras e produtividade de 720 L/vaca·ano (IBGE, 2006). Atualmente, as maiores taxas de crescimento são encontradas em regiões onde a produção está em processo de estruturação, como consequência da entrada da atividade em áreas tradicionalmente de gado de corte e produção originalmente muito pequena, somente para consumo local. Este fato fica bem caracterizado no crescimento de 182 % na produção na Região Norte, no período de 1990 a 2002 (FONSECA, 2004), apesar dos baixos índices de produtividade do rebanho. O modelo de crescimento, entretanto, é exatamente o mesmo observado, no passado, em outras regiões.

A aceitação da premissa de que o crescimento horizontal da produção permitiu que o Brasil apresentasse crescimento significativo e passasse a ter posição de destaque no cenário mundial, permite afirmar que a estruturação do setor de leite ainda está em processo de consolidação. Como ocorreu nas regiões de pecuária evoluída, o setor leiteiro encontra-se em situação propícia para evolução, não só na produtividade, como também na especialização de fazendas, com elevação da

produção e melhoria na rentabilidade (FAEMG, 2006 e NOGUEIRA et al., 2006), como consequência do uso de tecnologia e também da exigência por matéria-prima de melhor qualidade pelas empresas compradoras.

Assim, o Brasil passou a ter expressão na produção de leite no final do século 20 porque foi criada, nas últimas quatro décadas, infra-estrutura suficiente, apesar de precária, para a expansão da atividade por todo o território nacional, com manutenção de rebanho muito grande, mas de baixa produtividade, e exigências pequenas em relação à qualidade do leite produzido. A partir de 1970, houve crescimento significativo na área de pastagens no País, que passou de 147 milhões de hectares em 1970 para 179 milhões em 1984, resultado da abertura de cerrados, florestas e erradicação de cafezais (FARIA et al., 1999). A introdução das espécies agressivas de braquiárias (*Brachiaria* spp.) no Sudeste e Centro-Oeste resultou na ocupação de 85 % do Cerrado com estas plantas em 1995, possibilitando significativo crescimento das áreas de pastagens (MACEDO, 1995) para criação de bovinos de corte. Com isso, foi possível grande expansão do rebanho e consequente migração do leite para novas fronteiras. O rebanho brasileiro é o maior do mundo, com um contingente estimado em 207,2 milhões de cabeças em 2005 (IBGE, 2006).

Importância das empresas compradoras de leite

A migração dos estabelecimentos para compra e processamento de leite para o interior do Brasil foi a mola propulsora para o crescimento da produção nacional. Em 1942, durante o *1º Congresso Pecuário do Brasil Central* realizado em Barretos, no Estado de São Paulo, discutiu-se a possibilidade da exploração de leite em sistemas extensivos, para aproveitar o potencial do grande rebanho e das imensas áreas de pastagens, mas dificuldades eram atribuídas à inexistência de laticínios para a compra e industrialização (HIDEMBRAND, 1942). Análise do mercado de leite no Brasil revelou que, de 1950 a 1960, os fatores limitantes ao desenvolvimento regional da atividade leiteira eram: inexistência, em várias regiões, de empresas com capacidade industrial adequada para o aproveitamento do leite produzido; inexistência de duas ordenhas, por falta de refrigeração nas fazendas; inexistência de integração de mercado entre sistemas de beneficiamento; e transformação e falta de estrutura para aproveitamento de excedentes sazonais (COSTA, 1962).

No final do século 20, o Brasil já era importante produtor mundial, mas não exigia leite refrigerado nas fazendas, pois cerca de 90 % era produzido sem normas rígidas de qualidade e admitia-se o transporte à temperatura ambiente, em latões (JANK et al., 1999). Por esse motivo, a existência de unidades compradoras próximas aos produtores, localizadas em áreas remotas, para resfriamento, processamento e exportação de matéria-prima, foi importante para criar condições para que o produto passasse a ser adquirido, inicialmente, em regiões de gado de corte, as quais, posteriormente, passaram a apresentar características leiteiras, com a utilização de gado mestiço com algum sangue de raça européia, e o aparecimento de fazendas dedicadas exclusivamente à produção leiteira.

A procura por matéria-prima barata em regiões distantes, necessidade de volume para atender demanda e capacidade ociosa dos parques industriais fizeram com que a captação avançasse em direção às regiões de baixa densidade populacional, criando postos de resfriamento e unidades de pré-condensação de leite para transporte para longas distâncias. Nesse contexto, o papel de algumas empresas foi fundamental, já que abriram possibilidade para fazendas de leite em áreas onde não existia exploração com objetivos comerciais. Construíam estradas por iniciativa própria, criavam linhas de leite em regiões sem tradição, utilizavam vias aquáticas para transporte de latões, estabeleciam postos de resfriamento e possibilitavam a formação de massa crítica de produtores associados em cooperativas que, geralmente, provocavam a mudança da atividade pioneira para áreas mais distantes. O papel das empresas foi importante para a mestiçagem dos rebanhos, pela venda facilitada de reprodutores de raças especializadas nas regiões remotas e, posteriormente, empenho para utilização de inseminação artificial com sêmen de touros provados de raças especializadas. O levantamento da situação da bacia leiteira de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais, na metade da década de 1950, mostrou que 94 % do rebanho leiteiro eram constituídos por gado azebuado ou comum (CARNEIRO et al., 1955), o que contrasta com o levantamento realizado recentemente no estado (FAEMG, 2006), revelando 62 % de rebanho mestiço ou predominância de raças especializadas.

As empresas e cooperativas contribuíram também com orientação técnica visando às melhorias na captação por manejo de pastagens, suplementação de volumosos em épocas críticas, distribuição de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e venda de concentrados e misturas minerais, fatos que provocaram redução na estacionalidade de produção e níveis um pouco mais elevados de leite produzido, anualmente, por vaca do rebanho (FAEMG, 2006). Entretanto, a captação de leite C possibilitava a manutenção de estruturas inadequadas de produção, extração em rebanhos de corte e proliferação de

pequenos produtores, que consideravam a produção de leite como atividade de sobrevivência e complementação da renda familiar. Assim sendo, perpetuava-se uma conjuntura favorável à manutenção de baixa produtividade e à sedimentação de atividade não tecnificada, até hoje disseminada por todo o País.

Empresas vendedoras de insumos como concentrados, misturas minerais, produtos veterinários, sêmen, sementes, adubos e máquinas e implementos agrícolas, sempre acompanhavam as empresas compradoras de leite e, de certa maneira, também tiveram papel importante na expansão da pecuária de leite. Algumas colaboraram na difusão de técnicas de suplementação alimentar durante a seca, solução de deficiências minerais possibilitando, assim, o grande crescimento do rebanho leiteiro nacional.

Apesar do papel fundamental das empresas compradoras de leite na expansão da área de produção, sempre houve um relacionamento conflituoso com os produtores, que mesmo localizados a grandes distâncias dos centros consumidores almejavam preços semelhantes aos pagos nas áreas leiteiras tradicionais, comparando os preços praticados em várias regiões (BRESSAN et al., 1998). A planilha de custo de referência instituída na época da negociação do preço do leite com o governo foi um instrumento para acirrar os conflitos e, de certa maneira, contribuir para diminuir esforços para tecnificação. Isto porque projetos de melhoria de eficiência por aplicação de tecnologia eram considerados estratégias arquitetadas para beneficiar empresas compradoras de leite para pagamento de preços baixos, uma vez que custos menores de produção eram caracterizados em fazendas bem conduzidas (FARIA, 1995). O estabelecimento de cotas com preços diferenciados para o leite em diferentes épocas do ano foi outro motivo para o distanciamento entre produtores e compradores de leite, em relação às empresas e às cooperativas, como relatado por crônicas publicadas no passado (PERES, 1992). Esses fatos contribuíram para dificultar a difusão de exploração leiteira tecnificada e empresarial, pois tecnologia era e continua sendo olhada com desconfiança pelos produtores, também pelo fato de ser instrumento para elevar a oferta e, conseqüentemente, reduzir preços.

A entrada do leite longa vida (UHT - Ultra Alta Temperatura) no mercado brasileiro, no início da década de 1970, foi outro fator para alavancar a produção, pois permitiu a industrialização de leite fluido em regiões distantes para consumo em grandes centros urbanos; solucionou a comercialização de leite, que não fermentava devido à precariedade de resfriamento em locais de armazenamento e venda; facilitou a conservação do produto em residências com falta ou precariedade de refrigeração; e contribuiu para mudar a geografia do leite no Brasil. Como conseqüência, ocorreu aumento significativo no consumo de leite UHT, em detrimento do pasteurizado, e expansão do parque

industrial para abastecimento de leite in natura (MEIRELLES; ALVES, 2001). A distribuição de leite pasteurizado em caminhões não-refrigerados nos grandes centros urbanos foi, também, um dos fatores que estimulou a aceitação do novo processo, pois o produto pasteurizado apresentava qualidade baixa e necessidade de fervura logo após a aquisição. O papel do leite longa vida como agente auxiliar no aumento da quantidade de leite produzida no País foi importante também para início de movimento visando a melhores condições para produção porque para processamento era necessário leite de melhor qualidade.

A mudança de hábitos de consumo de lácteos, a partir de 1970, com introdução de iogurtes, queijos de tipos diferentes dos usualmente produzidos e outros produtos, foi outro fator que contribuiu para expansão, elevação da demanda por matéria-prima de melhor qualidade e estabelecimento de novas unidades industriais. Soma-se a esse fato, a tendência de concentração da compra de leite por um número menor de empresas, valorização de marcas e qualidade (BORTOLETO et al., 1997), fatores que estabeleceram concorrência, aumento da demanda e necessidade de produção de maior quantidade de leite de melhor qualidade.

A introdução da captação de leite resfriado nas fazendas e transporte em caminhões isotérmicos aconteceu em 1985, no Rio Grande do Sul (FERREIRA SOBRINHO et al., 1995) e, no final do século 20, houve imposição da medida por parte das empresas compradoras no Brasil Central. A mudança, associada ao pagamento por composição e qualidade microbiológica no início do século 21, foram fatos marcantes que mudaram, rapidamente, a comercialização de leite. O aumento na utilização de ordenha mecânica está diretamente relacionada às exigências de qualidade por parte das unidades compradoras, e a prática foi estimulada pela indústria de ordenhadeiras, que se adaptou ofertando equipamentos para sistemas de balde ao pé, mais baratos (LOPES et al., 2006) e compatíveis com a realidade do País, permitindo seu uso em fazendas de menor porte. Nos levantamentos realizados em Minas Gerais, a adoção de ordenha mecânica, que era em média 6 %, passou, em cerca de 10 anos, para 17 %; mas nas fazendas com produções mais elevadas, detectou-se adoção acima de 80 % (FAEMG, 1996, 2006). Deve-se salientar que as medidas foram tomadas sem legislação específica ou regras impostas por órgãos governamentais, sem imposição de modelos de estruturas para produção, mas colocando ênfase na qualidade do produto vendido. Com isso, evidenciou-se que o mercado é capaz de impor regras para mudanças rápidas e efetivas e os produtores de responder a demandas específicas. A legislação federal, por meio da Instrução Normativa nº 51/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), estabelecendo novos critérios para produção, teve impacto menor por ser de implementação mais lenta que a

promovida pelo mercado, considerando a remuneração adicional oferecida pelas empresas compradoras para composição, quantidade, leite resfriado e teor de sólidos.

Outro ponto a ser destacado, que está promovendo impacto no setor, também introduzido por diferentes entidades, sem legislação ou regras oficiais, foi a disseminação de conceitos de análise econômica para possibilitar entendimento, planejamento e aceitação de tecnologia, que passou a ser considerada importante para mudança no perfil das fazendas. Programas estabelecidos por entidades, empresas privadas, cooperativas e órgãos de extensão estão mudando o conceito de como produzir leite e a atividade já é considerada competitiva no cenário do agronegócio nacional (NOGUEIRA et al., 2006). Apesar de os aspectos relacionados com o gerenciamento da empresa rural ainda serem incipientes, é animador o fato de que 50 % dos produtores de Minas Gerais têm percepção de que existem deficiências quanto ao conhecimento técnico e gerencial (FAEMG, 2006). A melhoria real em produtividade do rebanho médio brasileiro estará, também, na dependência da conscientização de que o leite é um negócio e, para tanto, a tecnologia deve ser considerada imprescindível.

As empresas compradoras foram responsáveis pela ampliação da produção de leite do Brasil, mas, aceitando as normas de leite C, desestimularam a tecnificação da atividade. Por não terem administrado adequadamente os conflitos com os produtores, não conseguiram ou não sentiram necessidade de estimular ou forçar, no passado, a melhoria da produtividade das fazendas. No início do século 21, impondo regras para aquisição de leite de melhor qualidade e remunerando matéria-prima por características mensuráveis, criaram-se os mecanismos necessários para iniciar o processo de modificação da produção de leite no País.

Contribuição de fazendas diferenciadas

Existe hoje, no País, número relativamente grande e crescente de fazendas diferenciadas sob o ponto de vista de produtividade, qualidade de leite, quantidade produzida e também rentabilidade, contribuindo para que a produção seja considerada como a de melhor resultado operacional na agropecuária, quando conduzida em condições de similaridade tecnológica, ficando atrás apenas de atividades que produzem produtos mais valiosos por unidade comercializada (NOGUEIRA et al., 2006). Infelizmente, não existem dados sobre o número de propriedades que poderiam ser enquadradas na categoria de intensificada por utilizarem, de maneira racional, os fatores produtivos visando à rentabilidade.

A existência de propriedades melhores é, também, reflexo de medidas impostas pelo mercado comprador que passou a bonificar fornecedores, objetivando redução no número e aumento na quantidade de leite captado de boa qualidade, como mostram informações dos principais laticínios no período 1996/2006 (MARTINS; FARIA, 2006; FAEMG, 2006). Apesar da ênfase atribuída à constatação de diminuição no número de fornecedores, o fato não alterou significativamente a média brasileira de produtividade sob o ponto de vista quantitativo, que continua sendo sempre apontada como limitante ao desenvolvimento do setor. Geralmente, as análises utilizam informações de fornecedores dos maiores laticínios, ficando fora os que produzem para pequenas empresas ou cooperativas, que são importantes para o abastecimento, como mostram dados de compra de matéria-prima pelas maiores empresas (CONEJERO et al., 2006). Informações sobre os fornecedores de queijeiros ou de produtores informais, que utilizam conceitos tradicionais de produção extensiva, também não são incluídos nas estatísticas.

Desde o início do século passado, era possível encontrar literatura técnica de boa qualidade para orientação de produtores no estabelecimento e condução de explorações tecnificadas de leite. O livro *A Fazenda Moderna: Guia do Criador de Gado Bovino no Brasil*, publicado em 1913, descrevia em detalhes a situação de baixa produtividade na pecuária de leite da época e apresentava proposta baseada no conhecimento dos países desenvolvidos para produção tecnificada, preconizando uso de gado especializado, ordenha mecânica, construção de instalações adequadas, uso de equipamentos e princípios científicos de alimentação, sanidade e conforto (COTRIM, 1913). Trata-se de obra completa para difusão de propostas diferenciadas quando a produção de leite no Brasil era rudimentar. Em 1922, o professor Nicolau Athanassof publicou o *Manual de Criação de Bovinos*, texto de grande utilidade, pois retratava, à luz do conhecimento existente, o que era necessário para conduzir uma fazenda leiteira de modo racional e técnico. O livro foi reeditado e atualizado até 1953 (ATHANASSOF, 1953). A partir de 1960, o número de publicações técnicas para orientação de produtores aumentou, cobrindo todos os segmentos da atividade. Em 1964, a revista *Balde Branco*, editada para divulgação de assuntos técnicos e econômicos visando ao setor produtivo, passou a apresentar mensalmente novidades, casos de sucesso, análise de mercado e práticas corretas de manejo para condução de fazendas, mas resultados significativos não apareceram na produtividade do rebanho médio.

No passado, o número de fazendas consideradas diferenciadas era muito pequeno porque, para serem assim classificadas, exigiam grandes investimentos e pertenciam a empresários urbanos, que também exerciam atividades rurais. Como eram classificadas de alta tecnologia por grande

aporte de capital em máquinas, equipamentos, instalações e gado considerado de elite, difundiu-se no País a idéia distorcida de que a tecnologia estava associada à riqueza e poder e, portanto, fora do alcance do produtor que tinha como única atividade a produção de leite. O fato era agravado por resultados econômicos muitas vezes desfavoráveis, de modo que a tecnologia passou a ser olhada com desconfiança e também como sinônimo de custo alto (JANK, 1996) e de inviabilidade, em vez de utilização racional e eficiente de recursos produtivos (FARIA et al., 1997). Sempre existiam problemas tecnológicos sérios nas fazendas consideradas de elite, como índices zootécnicos inadequados; rebanho desestruturado; utilização de forragem de baixo valor nutritivo; excesso de concentrado; leite de baixa qualidade; supervalorização do tipo; uso de touros negativos em testes de progênie; instalações deficientes; e práticas de manejo desfavoráveis ao bem-estar e desempenho das vacas leiteiras. Apesar de serem consideradas como de alta tecnologia, apresentavam deficiências técnicas e administrativas.

Fazendas para a produção de leite tipo A, com sistemas diferentes dos usualmente empregados no País existiram desde o início do século 20. Uma fazenda particular para confinamento de bovinos da raça holandesa importados, com silagem de milho e concentrado, contendo ordenha mecânica e laticínio para industrialização e pasteurização de leite foi montada no início do século passado no Rio de Janeiro, para produzir e processar grandes quantidades de leite (UMA FAZENDA, 1925). A partir de 1936, as chamadas granjas leiteiras passaram a produzir e pasteurizar leite para comercialização. Em 1949, existiam em São Paulo nove fazendas, não havendo disseminação do sistema devido à grande necessidade de capital; a resultados econômicos desfavoráveis; e também ao fato de a comercialização do produto ser feita em pequena escala (TREU, 1959). Devido às características mencionadas, essas fazendas não serviram de modelo para influenciar outras fazendas, mesmo localizadas nas proximidades. Resultados desfavoráveis contribuíram para disseminar a associação de tecnologia com fracasso econômico.

O leite tipo B, comercializado em São Paulo a partir de 1940, em estabelecimentos denominados, na época, estábulos leiteiros (ROGICK, 1959), com legislação federal estabelecida em 1939 (DIAS, 2004), tinha como objetivo oferecer produto de melhor qualidade para um nicho de mercado na cidade de São Paulo. Por depender de conceitos diferenciados de produção e controle microbiológico, exigia resfriamento do leite nas fazendas, controle de doenças e normas rígidas para construção de instalações. O crédito subsidiado e farto dos programas governamentais, no período de 1960 a 1980, possibilitou investimentos grandes em instalações, em máquinas e em equipamentos e rebanhos de gado, às vezes importado ou com maior porcentagem de sangue

européu nos rebanhos da bacia leiteira do Estado de São Paulo e parte de Minas Gerais. O consumo do leite B era baixo por causa do preço elevado do produto e ao mercado restrito (MEIRELLES, 1983). A proposta, que possibilitava leite de melhor qualidade, não contribuiu decisivamente para alterar o panorama da pecuária leiteira, porque exigia investimentos muito elevados, desnecessários e inacessíveis aos demais segmentos de produção; a rentabilidade do empreendimento nem sempre era favorável, como consequência de resultados incompatíveis com conceitos de tecnificação. Nos períodos de intensa liquidação de plantéis, a tecnologia, na visão distorcida, era e continua sendo apontada como um dos fatores responsáveis pelo fracasso. As propriedades diferenciadas para produção de leite tipo B talvez tenham disseminado um modelo de fazenda chamada tecnificada, que exigia investimentos grandes em recursos não produtivos como instalações, máquinas e equipamentos, difundindo o conceito generalizado de que leite de melhor qualidade e tecnologia exigia riqueza e produção de volumes muito grandes para ser viável (JANK, 1996).

Deve-se reconhecer que as fazendas de leites tipo A e B introduziram no País, independentemente de pesquisas nacionais, técnicas importadas que foram discutidas e difundidas pela mídia, como inseminação artificial, transferência de embriões, transporte de leite a granel, equipamentos e salas de ordenha mecânica modernas, confinamento, ração completa, introdução de espécies forrageiras, técnicas de manejo, instalações, etc. Além desses aspectos, promoveram importações de gado especializado, mantiveram rebanhos registrados e tornaram-se fornecedores de reprodutores para outras fazendas de gado especializado e para expansão da mestiçagem pelo Brasil (DIAS, 2004). Contribuíram, também, para o treinamento de técnicos mais capacitados e trabalhos de pesquisa mais elaborados, por aumento na demanda de soluções dos inúmeros problemas detectados, como distúrbios metabólicos, leite com composição alterada, controle de mastite, produção de forragem conservada de boa qualidade, instalações adequadas, mortalidade de bezerros, dietas balanceadas, etc.

As fazendas das regiões colonizadas por europeus sempre foram diferenciadas e motivo de admiração por apresentarem índices de produtividade e lucratividade maiores. As colônias de holandeses estabelecidos no Paraná do início ao meio do século 20 contribuíram para a formação de uma das primeiras cooperativas do País (DIAS, 2004), modelo de produção familiar tecnificada, produção de leite de qualidade e criação de gado especializado. Tornaram-se fornecedores de matrizes e reprodutores e disseminadores de práticas desenvolvidas em suas estações experimentais, importavam técnicos especializados da Europa e ofereciam assistência diferenciada ao produtor.

Porém, os modelos implantados não se difundiram pelo fato de apresentarem propostas difíceis de serem absorvidas pela cultura brasileira. Nas fazendas típicas, o modelo das colônias européias era difícil de ser implantado, pois geralmente eram administradas por indivíduos nem sempre capacitados sob o ponto de vista técnico e gerencial, e o trabalho rotineiro era executado por trabalhadores despreparados para exercer atividade complexa. As colônias tiveram também papel importante no treinamento de técnicos e na apresentação de sugestões para pesquisas em outras regiões.

As fazendas leiteiras diferenciadas não serviram de modelo para expansão de sistemas de produção mais evoluídos, mas deve-se reconhecer que tiveram papel importante na disseminação de tecnologias, na capacitação de pessoal, em sugestões para pesquisas, na disseminação de reprodutores com melhor aptidão leiteira e, portanto, importância para disseminar conhecimento sobre produção e desenvolvimento de fazendas bem estruturadas da atualidade.

Entidades de ensino, pesquisa e extensão

O conhecimento básico sobre produção de leite é amplo, de aplicação universal e evoluiu, consideravelmente, nos países desenvolvidos no século 20. A pesquisa adaptada às condições físicas e culturais, específica do Brasil, também disponibilizou informações importantes, podendo ser exemplificada pela introdução, melhoramento e manejo de espécies forrageiras tropicais, com impactos grandes na ampliação do rebanho. O pastejo rotacionado com correção do solo, adubação e irrigação, testes de progênie baseados em tecnologia moderna e efetiva revelam que a pesquisa brasileira está atualizada e vem contribuindo para modificar o setor produtivo. Outros exemplos referentes a estudos sobre nutrição, controle de mastite, reprodução, etc. poderiam ser citados.

Cientistas brasileiros detêm consciência atualizada do conhecimento disponível e de suas implicações para o desenvolvimento do setor. A leitura do texto *Avanços e desafios em pesquisa e desenvolvimento no segmento da produção e cadeia agroalimentar do leite no Brasil*, preparado pelo corpo técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (Embrapa Gado de Leite), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) ilustra bem o nível e a compreensão dos avanços tecnológicos no setor (FARIA, 1999). Admite-se que a pesquisa tenha sido

fortalecida a partir dos anos 1980/1990, com a ampliação dos centros de pesquisa e cursos de pós-graduação (MARTINS; FARIA, 2006), que passaram a preparar pessoal com formação direcionada para experimentação científica em gado leiteiro.

No passado distante, não existia interesse dos produtores, nem das empresas compradoras, em melhoria técnica da produção que, por sua característica extensiva, simplesmente expandia para novas áreas. Assim, trabalhos de experimentação em produção de leite eram escassos e apresentavam características mais relacionadas com problemas superficiais, carecendo de objetivo específico para a melhoria da produtividade. Os resultados contribuíram pouco e algumas vezes dificultaram o desenvolvimento da atividade como, por exemplo, o uso da cana-de-açúcar. O valor da cana como volumoso suplementar de bom valor nutritivo, quando corrigido, foi descrito em 1913 (COTRIM, 1913) e, posteriormente, em 1917, com a publicação de ensaio experimental que apresentava meios de correção para obtenção de forragem de boa qualidade (ATHANASSOF, 1917). Entretanto, no final da década de 1960, a cana passou a ser considerada como volumoso impróprio para suplementação por causa dos resultados desfavoráveis obtidos em ensaios de alimentação, resultantes de uso de dietas desbalanceadas.

O problema mencionado poderia ser atribuído à inexistência de técnicos com formação sólida em campos básicos e aplicados da bovinocultura leiteira. Entretanto, deve-se reconhecer que existem evidências históricas de contribuições importantes no campo de saúde animal como, por exemplo, a solução da dificuldade de importação de bovinos europeus devido ao problema da anaplasmose e piroplasmose, bem estudadas e equacionadas no início do século 20 (MARQUES, 1911; MISSON, 1913; MIRANDA; HORTA, 1913). O esforço e a contribuição dos técnicos da época, que trabalhavam em condições nem sempre favoráveis de recursos materiais e financeiros, precisam ser reconhecidos, pois ciência e tecnologia foram importantes para o crescimento do rebanho e, portanto, para a expansão da produção de leite pelo País. O fato pode ser caracterizado pela observação dos trabalhos relatados na *Revista de Veterinária e Zootecnia*, publicação oficial do Serviço de Veterinária do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, editada a partir de 1910, ou nos *Anais dos Congressos Brasileiros de Veterinária*, realizados em 1922 e 1943.

O texto *Cinqüenta anos de pesquisa zootécnica no Brasil*, apresentado por Miranda (2001) na reunião comemorativa do Cinqüentenário da Sociedade Brasileira de Zootecnia, revela que algumas pesquisas publicadas de 1950 a 1980/1990 não poderiam contribuir para alterar a baixa produtividade do rebanho, pois existia grande número de trabalhos dedicados à análise de dados históricos sobre raças, coletados em estações experimentais e em fazendas particulares; testes de substituição de alimentos em dietas; tentativas de

uso de resíduos de baixo valor nutritivo na alimentação; resultados de suplementação mineral; uso de nitrogênio não protéico; e estudos de composição e produção de plantas forrageiras e leguminosas tropicais em canteiros, sem a presença de animais. Alguns trabalhos não apresentavam análise estatística e se limitavam a agrupar dados coletados sem metodologia científica mais elaborada. As informações geradas pela maioria das pesquisas não contribuíram para mudanças estruturais no setor leiteiro, sendo a deficiência agravada por falta de programas sólidos de difusão.

Deve-se salientar que inúmeras dificuldades consideradas típicas de regiões de clima tropical, como estresse térmico, deficiências energéticas e minerais e doenças infecciosas, foram solucionadas por pesquisas, básicas e aplicadas, desenvolvidas em regiões temperadas (UNDERWOOD, 1971; TATCHER et al., 1978), que também apresentam áreas com climas quentes, muitas vezes úmidos e desfavoráveis ao gado leiteiro especializado.

A baixa eficiência do rebanho leiteiro do Brasil tem sido, desde longa data, atribuída ao clima tropical e subtropical e à incapacidade de os bovinos especializados se adaptarem, apesar de publicações técnicas revisadas na década de 1970 indicarem que os principais problemas eram: reprodução inadequada, doenças, parasitos, nutrição deficiente, produção estacional de alimentos, manejo deficiente e gado de baixo potencial produtivo (FARIA, 1986). Desde muito, o esforço despendido por estações experimentais (AZEVEDO, 1913) e fazendas particulares para criar vacas adaptadas ao meio desfavorável, por cruzamento de bovinos europeus com zebuínos, foi muito grande, atingindo o apogeu no período de 1950 a 1980/1990, sem resultados palpáveis; e as tentativas de criação de raças não tiveram sucesso. Relatos históricos indicam que trabalhos dessa natureza conduzidos por longo período de tempo em estações experimentais dos Estados Unidos da América, para estudo de mestiçagem com zebras, foram abandonados pela comprovação de que ganhos maiores, mais rápidos e efetivos poderiam ser obtidos em regiões consideradas inadequadas, solucionando fatores limitantes em vez de criar raça ou tipo para tolerar as dificuldades impostas pelo ambiente (PORTER et al., 1965 ; HODGSON, 1986). O projeto de cruzamento de zebras com bovinos europeus naquele país foi considerado de grande utilidade para a compreensão da fisiologia da tolerância ao calor e geração de tecnologia para exploração de raças especializadas para o estabelecimento de sistemas produtivos na Região Sul (HODGSON, 1986). Dados de Israel mostraram que, em 1929/1930, somente 3,9 % do rebanho era constituído por vacas holandesas (MA'LAN, 1986), pois mestiçagem com gado importado da Síria era considerada imprescindível, como consequência das dificuldades para trabalhar com elevação no grau de sangue europeu no rebanho; mas os resultados não fo-

ram satisfatórios. Como relatado por técnicos israelenses, a produção de leite foi solucionada com tecnologia, depois de detectados os fatores limitantes, e propostas as correções necessárias para a utilização de vacas holandesas de alta produção (FARIA, 1986). O problema da mestiçagem de raças européias com não-especializadas é a alta porcentagem de matrizes com persistência de lactação baixa, a qual, associada à reprodução ineficiente, resulta em pequena porcentagem de vacas em lactação, um dos fatores importantes para promover a baixa produtividade dos rebanhos (MATTOS, 1986). Apesar de os aumentos percentuais grandes detectados na elevação no grau de sangue europeu do rebanho mineiro (FAEMG, 2006), não houve melhoria de produtividade média para níveis compatíveis com sistemas tecnificados (FARIA, 2006).

O início dos cursos de pós-graduação, em 1962, com objetivo de preparar pessoal qualificado para pesquisa e docência, coincidiu com o treinamento de docentes e pesquisadores em cursos de mestrado e doutorado no exterior, fato que possibilitou grande modificação no delineamento, na condução e na proposição de trabalhos experimentais. O início da pesquisa científica mais elaborada se deu a partir de 1980/1990, que coincide com o início de um período de avanços tecnológicos em fazendas, como mencionado anteriormente. Pode-se afirmar que o ensino e, conseqüentemente, a pesquisa foram pouco eficientes no passado pela inexistência de pessoal treinado e capacitado para equacionar não só ensaios experimentais, mas também os problemas encontrados nas fazendas leiteiras.

Houve atraso considerável no estabelecimento de alicerce sólido para o desenvolvimento da pecuária leiteira, o que contrasta com o ocorrido em países de pecuária evoluída. Nas regiões economicamente desenvolvidas, ocorreram, no início do século 20, aplicações de práticas embasadas pela experimentação científica para produção, fato que permitiu avanço significativo. A educação para populações rurais resultou em mão-de-obra mais qualificada para a exploração de bovinos de leite em fazendas familiares. Os Estados Unidos da América desenvolveram metodologia que dava grande ênfase ao treinamento técnico de crianças nas escolas rurais depois da Primeira Guerra Mundial (McMILLEN, 1960) e as universidades ofereciam cursos de graduação em produção de leite para formação de técnicos especializados, ocorrendo, de 1949 a 1958, a diplomação de 200 a 400 jovens por ano (ETGEN; FOREMAN, 1981). No Brasil, a existência de profissões com caráter generalista e currículo fixo não possibilitava o preparo de técnicos com conhecimentos aprofundados e específicos para o setor leiteiro; e o ensino rural não tinha como objetivo a formação de agricultores.

Os cursos de Zootecnia, iniciados em 1966 (FONSECA, 2001), contribuíram para formação de técnicos em programas muito amplos e generalistas, sem

especialização em pecuária leiteira. Em 1960/1970, iniciaram-se, em algumas universidades, programas informais de treinamento de estudantes para a produção de leite, fato que coincidiu com o fortalecimento e a ampliação dos cursos de pós-graduação. Atualmente, na fase de consolidação da pecuária leiteira, várias universidades, entidades de pesquisa e também empresas particulares contribuem para formação de pessoal capacitado; e o corpo técnico hoje existente é razoavelmente grande e de boa qualidade.

Inexistindo boa formação técnica, os serviços de extensão rural tinham, no passado, dificuldade de equacionar os complexos problemas relacionados com a produção de leite. Serviços de extensão nos Estados Unidos da América, estabelecidos por legislação federal a partir de 1914 (HODGSON, 1986), desempenharam papel fundamental na disseminação de tecnologia no período em que a ação era necessária para a sedimentação do setor e a atividade deixou de ser arte, com características extrativas, para se tornar empresarial (McMILLEN, 1966). O fazendeiro passou a depender do leite para sobrevivência, absorveu conceitos tecnológicos, tornou-se especializado, encarava a atividade como empresa e o produtor marginal foi, aos poucos, desaparecendo, fato que provocou redução drástica no número de fornecedores. Além desses aspectos, o leite sempre foi beneficiado com políticas públicas de proteção e incentivo à produção, sendo a distribuição de leite nas escolas públicas americanas um programa considerado de importância fundamental para a saúde e o desenvolvimento físico e mental de jovens na década de 1920, estimulando fortemente o consumo (HODGSON, 1986).

A preocupação com a qualidade do alimento considerado essencial para jovens e idosos surgiu muito cedo nos países desenvolvidos, existindo relatos de esforços para transporte de leite em vagões refrigerados a partir de 1851. Nas fazendas, a refrigeração teve início em 1938 e tanques isotérmicos passaram a ser usados a partir de 1950/1960 (GRIGG, 1978; HODGSON, 1986). A legislação sobre qualidade de leite vendida ao consumidor e penalidades sérias por adulteração para venda surgiram em 1856 nos Estados Unidos da América; em 1885, foram criadas regras para produção de leite com higiene na Inglaterra e, em 1890, já havia, na Europa, comercialização de leite pasteurizado (GRIGG, 1978). O primeiro curso universitário para ensino de produção de leite e laticínios foi estabelecido pela Universidade de Wisconsin, Estados Unidos da América em 1891 (HODGSON, 1986).

O panorama encontrado nas últimas quatro décadas no Brasil foi muito diferente do observado nos países desenvolvidos, pois não houve ênfase no treinamento de pessoal nem na qualidade do produto produzido e ocorreram medidas governamentais que desestruturaram e descaracterizaram a extensão rural. Como consequência, a informação para os produtores na

atualidade é feita sem a participação efetiva de órgãos de extensão oficiais (FAEMG, 2006).

Contribuição de medidas governamentais

Ações governamentais beneficiaram o desenvolvimento da produção de leite no País, mas as medidas também não foram eficazes para alterar a baixa produtividade. No início do século 20, foram criadas universidades públicas, houve importação de gado e foram estabelecidos postos zootécnicos para estudos com bovinos de leite. A inauguração de institutos de pesquisa estabeleceu bases para o controle de doenças infecto-contagiosas, produção de vacinas, eliminação de deficiências minerais e difusão de medidas higiênicas e sanitárias importantes para redução de mortalidade. Órgãos públicos também publicavam boletins para informação do setor produtivo, cobrindo aspectos práticos e úteis aos produtores. A efetividade das ações não promoveu impacto na produtividade, mas estabeleceu as bases para a ampliação do rebanho brasileiro.

Apesar de haver, desde longa data, reclamações sobre a falta de apoio governamental ao setor leiteiro, houve, no período chamado de “milagre brasileiro”, crédito subsidiado farto e com condições excepcionais, que possibilitaram o estabelecimento das fazendas de leite B com grandes investimentos em infra-estrutura e rebanhos. Outros programas de financiamento com crédito subsidiado para aquisição de insumos, de máquinas e de equipamentos também foram estabelecidos ao longo dos anos. Medidas de controle governamental para importação de lácteos foram utilizadas com objetivos políticos de garantia de abastecimento com preços mais baixos ao consumidor, mas também beneficiaram o setor leiteiro de certa maneira restringindo a concorrência externa. Na década de 1990, após a abertura do mercado lácteo, por pressão do setor produtivo, a adoção de políticas de defesa comercial como medidas antidumping, elevação de tarifa externa comum, obrigatoriedade de inspeção federal para produtos importados e outras ações governamentais contribuíram para estabilizar o setor produtivo, tranquilizando os produtores.

O tabelamento do preço do leite, que durou 45 anos a partir de 1945, promoveu descontentamento muito grande, pois os valores eram estabelecidos objetivando resultados políticos. Mas não deixou de ser um programa de garantia de preços mínimos, fato que criou problemas para adaptação dos produtores quando ocorreu a liberação, uma vez que o setor não estava

preparado para entrar na economia de mercado a partir de 1991. Apesar do descontentamento com a falta de política de estímulo e incentivo, paradoxalmente, a produção continuou sempre crescendo, como consequência da abertura de novas fronteiras e do fato de o leite ser atividade muito atrativa, que possibilitava renda mensal em fazendas de gado de corte e sobrevivência de pequenos proprietários de terra.

A criação, em 1952, da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal contribuiu para o início da modernização da indústria de laticínios, apesar de haver tolerância para a produção de leite C, fato que contribuiu para manutenção das características de atraso tecnológico no setor leiteiro. No final do século 20, a criação de laboratórios de referência para controle microbiológico e qualitativo do leite, com parte de recursos governamentais, estabeleceu a base adequada para a introdução dos programas de pagamento por qualidade, impactando o setor produtivo, que está reagindo favoravelmente às mudanças estabelecidas pelos compradores.

Adicionalmente, a abertura de estradas e eletrificação em regiões remotas e nas fazendas criou a infra-estrutura necessária para a ampliação da área de captação de leite e interiorização de indústrias de laticínios que proporcionaram a infra-estrutura não de todo adequada, mas suficiente para permitir o grande desenvolvimento da captação de leite.

De fato, medidas governamentais favoráveis e desfavoráveis ocorreram durante a fase de desenvolvimento, mas a influência sobre a manutenção da baixa produtividade existiu porque possibilitou o crescimento da atividade pela colocação de infra-estrutura nas fronteiras agrícolas, permitindo a manutenção de captação de leite C, fatos que transformaram fazendas de cria de gado de corte em leiteiras depois da migração das empresas compradoras para regiões remotas do País.

Finalmente, uma contribuição governamental desconsiderada foi o envio de grande contingente de técnicos com bolsas de estudo para treinamento em nível de pós-graduação no exterior a partir de 1960/1970, possibilitando melhoria do ensino nas universidades, fortalecimento dos cursos de mestrado e doutorado e a criação de entidades de pesquisa com pessoal qualificado. Essa medida criou base sólida para provocar mudanças estruturais na pecuária leiteira, apesar de não ter sido implantada visando especificamente à melhoria da produção de leite no Brasil.

Considerações finais

O aumento contínuo da produção de leite no século 20 foi consequência do crescimento do rebanho brasileiro, da abertura de fronteiras agrícolas e do

grande e reconhecido potencial para o estabelecimento de pastagens. A produção de leite C em sistemas extrativos, utilizando, de início, gado de corte, possibilitou a difusão da atividade por todo o território nacional. Não existiram pressões do mercado ou da conjuntura econômica para mudanças na produtividade por uso de tecnologia no setor de produção. Mão-de-obra sem qualificação e técnicos no passado sem treinamento específico para pesquisar e conduzir uma atividade complexa contribuíram para a manutenção de sistemas característicos de regiões em desenvolvimento. As ações governamentais também não estimularam ou contribuíram para mudanças estruturais, mas pesquisas e difusão de alguns princípios permitiram o crescimento rápido do rebanho. Como conseqüência, existe hoje, no País, um contraste marcante pela existência de algumas fazendas de elevado nível técnico ao lado de grande número de propriedades que adotam conceitos medievais de produção extrativa de leite sem planejamento, ordenha manual com a presença do bezerro, deficiências nutricionais, leite contaminado, etc.

No início do século 21, imposições do mercado e do governo para a produção de leite de qualidade, a existência de técnicos capacitados para pesquisar e orientar problemas de produção leiteira, bem como de fazendas diferenciadas, mostrando rentabilidade e competitividade com outras atividades do agronegócio, colocam o Brasil em situação muito favorável para alteração nas características de baixa produtividade do rebanho. O desenvolvimento significativo da produção de grãos também confere ao País condições bastante favoráveis ao desenvolvimento dos índices de produtividade por uso de técnicas de nutrição mais elaboradas em sistemas diferenciados.

Conceitos sobre sistemas de produção devem ser revistos com melhoria do nível técnico das fazendas por correção de problemas estruturais e revisão dos conceitos de que os climas tropical e subtropical são inadequados e limitantes, pois podem ser substituídos pela certeza de que dificuldades são vencidas com o uso de tecnologia apropriada para criação de gado especializado. Só assim ocorrerão as tão esperadas mudanças e o Brasil poderá fazer parte da seleta lista de nações que, além de quantidade, também apresentam pecuária de leite com índices de produtividade condizentes com o conhecimento tecnológico existente.

Todas as alterações necessárias para mudar o setor produtivo encontram embasamento sólido para concretização, mas só tornarão realidade se houver evolução nas condições socioeconômicas e culturais do País, assim como consciência dos fatores que conferem a condição de grande produtor com índices muito baixos de produtividade.

Referências

- ALENCAR, M. M.; JUNQUEIRA FILHO, A. A.; PARANHOS, N. E. Produção de leite de vacas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n. 3, p. 358-366, 1985.
- ALVES, E. R. de A. **Pobreza rural no Brasil**. Desafios da extensão e da pesquisa. 4. ed. Brasília: Codevasf, 1988. 79 p.
- ALVES, E. R. de A.; YAMAGUSHI, L. C. T.; MARTINS, P. do C.; DEREZ, F.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ASSIS, A. G. de; MOTA JUNIOR, L. de P. M. **Estudo econômico da tecnologia de pastejo rotativo na produção de leite** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. 55 p.
- ATHANASSOF, N. **Contribuição para o estudo da mandioca, cana e capim fino utilizados como forrageira na alimentação do gado leiteiro** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado de São Paulo, 1917. 99 p.
- ATHANASSOF, N. **Manual do criador de bovinos** 5. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1953. 818 p.
- AZEVEDO, T. T. de A. Indústria pecuária nacional. **Revista de Veterinária e Zootecnia** Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p.104-106, 1913.
- BORTOLETO, E. E.; CROSETTA, I.; NOGUEIRA, J. R.; VALLE, J. L. E. do; BALDASSI, L.; RUSSO, H. G.; HIRIARTI, M. M. de M. **Leite: realidade e perspectivas**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1997. 93 p. (Cadeias de Produção da Agricultura).
- BRESSAN, M.; VENEQUE, R. da S.; MOREIRA, P.J. Diagnóstico da pecuária leiteira de Goiás: descrição de alguns indicadores tecnológicos e socioeconômicos. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; SILVA, J. M da; FARIA, J. M. de. Identificação de restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento do setor leiteiro nacional. Região Centro-Oeste, **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1998. p. 47 -65.
- CARNEIRO, G. G. Bacias leiteiras. In: **Criação de gado em Minas Gerais** Rio de Janeiro; Belo Horizonte, 1955. 135 p. (Documento apresentado à Comissão de Pecuária de Leite do Ministério da Agricultura).
- CARNEIRO, G. G. Fatores que influem sobre a produção de leite. **Seminário de gado leiteiro**. Belo Horizonte: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1962. v. 2. p. 17-85.
- CARNEIRO, G. G.; MEMÓRIA, J. M. P.; JUNQUEIRA NETO, A. F.; BRANDÃO, E. D. Estudo sobre o rebanho das “bacias” leiteiras de abastecimento das cidades do Rio de Janeiro, Niterói, São Paulo e Belo Horizonte. **Arquivos da Escola Superior de Veterinária da Universidade Rural Estadual de Minas Gerais** Belo Horizonte, MG, v. 8, p. 47-65, 1955.
- CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, A. F. de. Desafios da rentabilidade. **Agro Analysis**, São Paulo, SP, v. 26, n. 12, p. 17-19, 2006.
- CASTRO, L. T.; TEIXEIRA, L.; CALDEIRA, M. A. Comportamento do consumidor de leite e iogurte. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coord.). **Estratégias para o leite no Brasil** São Paulo: Atlas, 2006. p. 230-27.
- CONEJERO, M. A.; CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. A indústria de laticínios no Brasil. In: NEVES, M. F.; CÔNSOLI, M. A. (Org.). **Estratégias para o leite no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2006. p. 154-2009.
- COSTA, R. de V. O mercado brasileiro de leite e derivados. **Seminário de gado leiteiro**. Belo Horizonte: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1962. v. 2, p. 111-142.
- COSTA, R. D. de V.; LAVOR, G. C. R.; MORGADO FILHO, J.; BONACCORSI, R. C. **Pecuária leiteira no Brasil**. Estudo apresentado ao Ipea. Rio de Janeiro: Plamam, 1971. 147 p.
- COTRIM, E. A. **Fazenda moderna: guia dos criadores de gado bovino no Brasil**. Bruxelas: Typografi V. Vertevevoill , L. Desnet, 1913. 376 p.

- CROWLEY, J. R.; NIEDERMEIER, R. P. Dairy production 1955 to 2006. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 971-974, 1981.
- DIAS, J. C. **500 anos de leite no Brasil**. São Paulo: Calandra Editorial, 2006. 146 p.
- DIAS, J. C. **O leite na Paulicéia**. São Paulo: Calandra Editorial, 2004. 148 p.
- ETGEN, W. M.; FOREMAN, C. F. Trends in dairy science education: production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 906-916, 1981.
- FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005** relatório de pesquisa. Belo Horizonte: Faemg, 2006. 156 p.
- FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais** Relatório de pesquisa Sebrae-MG; Faemg. Belo Horizonte: Sebrae-MG, 1996. 102 p.
- FARIA, V. P. de. As cooperativas e a produção de leite no Brasil. In: SEMINÁRIO: AS COOPERATIVAS E A PRODUÇÃO DE LEITE ANO 2000. **Anais...** Belo Horizonte: Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais, 1995. p. 13-19.
- FARIA, V. P. de. Avanços e desafios em P&D no segmento da produção da cadeia agroalimentar do leite no Brasil. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1999. p. 163-211.
- FARIA, V. P. de. Produção de bovinos nos trópicos. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. DE; FARIA, V. P. de. **Bovinocultura de corte**. Fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 23-36.
- FARIA, V. P. de; PEDREIRA, C. G. S.; SANTOS, F. A. P. Evolução no uso de pastagens no Brasil. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM., 13., **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p. 1-15.
- FARIA, V. P.; SILVA, S. C. da; MATTOS, W. R. S.; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V.; SUSIN, I. CORSI, M.; HADDAD, C. M. Negócio leite: tecnificação e sistema de produção. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, SP,,v. 11, n. 124, p. 15-19, 1997.
- FARIA, V. P. de. Prefácio. O setor agroindustrial do leite no Brasil. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coord.). **Estratégias para o leite no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2006. p. 9 -12.
- FARIA, V. P. de. Pecuária de leite no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 7, n. 78, p. 3-7, 1981.
- FELLET, V. K.; GALAN, V. B. Diagnóstico e acompanhamento financeiro da atividade leiteira. **Preços Agrícolas**, Piracicaba,, v. 14, n. 160, p. 14 -17, 2000.
- FERREIRA SOBRINHO, F.; COUTINHO, G. H.; COURA, J. D. **Coleta de leite a granel**. Belo Horizonte, 1995. 94 f. Monografia (Curso de Especialização em Administração Rural, Pós-Graduação Lato Sensu). Escola de Governo do Estado de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro.
- FONSECA, J. B. O ensino da zootecnia no Brasil; dos primórdios aos dias atuais. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 15-39.
- FONSECA, L. F. da. Rumo às novas fronteiras. **Balde Branco**, São Paulo, SP, v. 15, n. 480A, p. 36 -38, 2004.
- GARNER, F. H. The history and development of milk production in the British Isles. In: **British dairying**. London: Longmans & Green, 1946. p. 9 -22.
- GRIGG, D. B. Dairying. In: **The agricultural systems of the World**. London: Cambridge University Press, 1978. p 187-209.
- HIDEMBRAND, S. Possibilidades econômicas do leite e seus derivados na exploração intensiva de bovinos. In: Congresso Pecuário do Brasil Central, 1., **Anais...** São Paulo: Sociedade Imprensa Brasileira, 1942. p. 201-207.

- HODGSON, R. E. **Dairy production research by the United States Department of Agriculture, 1895 to 1980: A historical review.** Washington: Us Department of Agriculture 1986. 64 p. (Miscellaneous Publication, 1447)
- IBGE. **Produção da pecuária municipal 2005** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=759>, Acesso em: 15 dez. 2006.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Desenvolvimento da agricultura paulista** São Paulo, 1972. 319 p.
- JANK, F. S. Produção de leite: afinal qual o melhor sistema? **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 11, n. 121, p. 7-12, 1996.
- JANK, M. S; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil. In: JANK, M. S; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite no Brasil.** São Paulo: Pensa/Ed. Milkbizz, 1999. p. 41-102.
- JARDIM, W. R. **Contribuição para o estudo da produção leiteira no nosso meio** 1948. 86 p. Tese (Cátedra) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1948.
- JOVIANO, R. A bacia leiteira do Rio de Janeiro. In: **Problemas referentes ao leite.** Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura, 1955. p. 157-186 (Estudos Técnicos, 8).
- LOPES, F. F.; CAMPOS, E. M.; ROMEU, J. C. Insumos agropecuários. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coord.) . **Estratégias para o leite no Brasil** São Paulo: Atlas, 2006. p. 66 -87.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável . In: ANDRADE, R.P. de; BARCELLOS, A. de O.; ROCHA, C. M. C. SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 28-62.
- MAL'AN, M. Associação Israelita de criadores de gado (ICBA) 1926 – 1986. In: **60 anos de pecuária: 1926 - 1986.** [s.l.:s.n.] 1986. p. 1-8.
- MARQUES, E. A anaplasmose. **Revista de Veterinária e Zootecnia** Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 190-196, 1911.
- MARTINS, P. C.; FARIA, V. P. Histórico do leite no Brasil. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coord.). **Estratégias para o leite no Brasil** São Paulo: Atlas, 2006. p. 48 -64.
- MATTOS, W. R. S. Medidas para aumento da eficiência da produção leiteira. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de. **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: Fealq, 1986. p. 113-130.
- McMILLEN, W. Education: the plow of plenty In: **The farmer.** Washington, DC.: Potomac Books, 1966. p. 9-20.
- MEIRELLES, A. J. A intensificação do processo de urbanização. In: **Leite paulista: história da formação de um sistema cooperativista no Brasil.** São Paulo: Cultura, 1983. p. 103-137.
- MEIRELLES, A. J. O leite e a economia brasileira. **Balde Branco**, São Paulo, SP, v. 15, n. 480A, p. 48 -52, 2004.
- MEIRELLES, A. J. Pecuária leiteira: um olhar crítico sobre os anos 80. In: **A desrazão laticinista.** São Paulo: Cultura, 1996. p. 35-52
- MEIRELLES, A. J.; ALVES, D. R. Importância do leite longa vida para o desenvolvimento do mercado brasileiro de leite. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Ed.). **O agronegócio do leite no Brasil.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 73 -88.
- MENDONÇA, G.; PIMENTEL, M. A.; CARDELLINO, R. A.; OSÓRIO, J. C. S. Produção de leite em primíparas de bovinos Hereford e desenvolvimento ponderal de terneiros cruzas taurinos e zebus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 467-474, 2002.

MIRANDA, A.; HORTA, P. de F. P. A etiologia da “tristeza” no Brasil. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 6, p. 349-360, 1913.

MIRANDA, R. M. Cinquenta anos de pesquisa zootécnica no Brasil. In: MATTOS, W. R. S (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 40-88.

MISSON, L. Imunização artificial contra piroplasmose do gado europeu importado no Brasil. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3. p. 139-161, 1913.

NOGUEIRA, M. P.; TURCO, C. de P.; PAIVA, H. A. B. de. Produção leiteira. In: CÔNSOLI, M.A.; NEVES, M. F. (Coord.). **Estratégias para o leite no Brasil** São Paulo: Atlas, 2006. p. 90-118.

OMETTO, A. R.; CARVALHO, G. R. Geotecnologias aplicadas à cadeia produtiva do leite. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Coord.). **Estratégias para o leite no Brasil** São Paulo: Atlas, 2006. p. 121-138.

PERES, J. R. Leite: mercado, políticas e técnicas de produção. In: **Milho para milhões**. Rio de Janeiro: Topbooks, 1992. p. 121-148.

PORTER, A. R.; SIMS, J. A.; FOREMAN, C. Seeking improved dairy merit through crossbreeding. In: **Dairy cattle in American agriculture** Ames: Iowa State University Press, 1965. p. 280-306.

ROGICK, F. A. Estudo sobre as condições de produção e consumo do leite tipo “B”, no Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, SP, v. 17, n. único, p. 39-54, 1959.

SCHIMIDT, C. B. **O meio rural**: Investigações e estudos das suas condições sociais e econômicas. 2.ed. São Paulo, 1946. 182 p.

TATCHER, W. W.; ROMAN-PONCE, H.; BUFFINGTON, D. E. Environmental effects on animal performance. In: WILCOX, C, J.; VANHORN, H. H.; HARRIS JÚNIOR, B.; HEAD, H. H.; MARSHALL, S. P.; TATCHER, W. W.; WEB, D. W.; WING, J. M. (Ed.). **Large dairy herd management**. Gainesville: University Presses of Florida, 1978. p. 219-230.

TREU, P. Estudo sobre as condições de produção e consumo do leite tipo “A” no Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, SP, v. 17, n. único, p. 27-38, 1959.

UMA FAZENDA modelo para fins econômicos. **Almanaque Agrícola Brasileiro**, Rio de Janeiro, [s.n], 1925.

UNDERWOOD, E. J. Discovery of trace elements. In: UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition** New York: Academic Press, 1971. p. 5-9.

VILLARES, J. B. Análise da produção de leite no Estado de São Paulo em 1959. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v. 17, p. 89-100, 1959.

YAMAGUSHI, L. C. T.; MARTINS, P. C.; CARNEIRO, A. V. Produção de leite no Brasil nas três últimas décadas. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A, V (Ed.). **O agronegócio do leite no Brasil** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 53-48.

WIKIPÉDIA. **Lista de estados do Brasil por população** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_estados_do_Brasil_por_popula%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 15 dez. 2006.

Literatura recomendada

WHITE, J. M.; VINSON, W. E.; PEARSON, R. E. Dairy cattle improvement and genetics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p.1305 -1317, 1981.

Capítulo 3

Aves de postura

Dirceu João Duarte Talamini
Paulo Sérgio Rosa
Jonas Irineu dos Santos Filho

A avicultura do Brasil teve início a partir do seu descobrimento em 1500, pois galinhas foram trazidas nos navios dos descobridores como recurso alimentar da tripulação (ARASHIRO, 1989). Este autor registra que, já em 1503, a expedição de Gonçalo Coelho trouxe casais de galinhas e mudas de plantas úteis, que foram deixadas em terra, as quais se aclimataram e se multiplicaram. Essas e outras aves trazidas posteriormente espalharam-se pelo País e constituíram a base das criações que passaram a existir na maioria das propriedades rurais. Os registros indicam que as aves eram criadas soltas, sem maiores cuidados, ou com interesse ornamental, até o final do século 19 e primórdios do século 20. O Estado de Minas Gerais possui registros estatísticos da exportação de carne de aves a partir de 1860 e o Rio de Janeiro a partir de 1904 para carne e ovos.

Analisando a evolução da avicultura de postura do Brasil observa-se que a atividade sofreu grande influência do que ocorreu em outros países, especialmente nos Estados Unidos da América, França, Inglaterra, Itália e Alemanha. A Sociedade Brasileira de Avicultura, por exemplo, fundada em São Paulo no dia 20 de março de 1913, teve seu regimento baseado no da American Poultry Association. A influência dos Estados Unidos da América foi grande na avicultura mundial, pois desenvolveram e popularizaram o chamado modelo americano de produção, entendido como uma produção altamente especializada e de grande número de animais (TALAMINI, 1991). De acordo com Tobin e Arthur (1964), a moderna indústria avícola americana teve início na década de 1920 e, na década de 1940, as vendas das criações especializadas ultrapassaram as das criações tradicionais e extensivas, passando a dominar as vendas. Os autores afirmam que significativos avanços tecnológicos ocorreram entre 1945 e 1955, sendo um dos primeiros resultados os obtidos na área de genética, com programas de seleção de grande escala para o desenvolvimento de linhagens especializadas na produção de ovos e de carne. Avanços também foram obtidos no uso de rações de alta densidade

de nutrientes, na prevenção e controle das enfermidades, em aviários e equipamentos, nas plantas de processamento das aves e ovos, entre outros. O uso da tecnologia moderna permitiu o incremento da produção, a queda de preços ao consumidor e maior consumo per capita.

A cadeia produtiva de ovos de galinhas no Brasil é bastante importante, tanto em termos econômicos como sociais, e utiliza vários sistemas de produção. Em 2005, o País ocupava a sétima posição mundial entre os países maiores produtores, sendo a China o maior produtor mundial, responsável por quase a metade da produção. Na seqüência, aparecem os Estados Unidos da América, Índia, Japão, Rússia e México (Fig. 1). Galinhas poedeiras estão presentes na maioria das propriedades rurais, com a finalidade de atender às necessidades de consumo próprio. Mas o grande volume da produção tem origem nas criações especializadas e com objetivo estritamente comercial. O tamanho das criações e a tecnologia usada variam para cada país, predominando as menores e de tecnologia mais variada na China, Índia e Rússia, e as maiores e com tecnologia mais moderna nos Estados Unidos da América, Japão, México e Brasil.

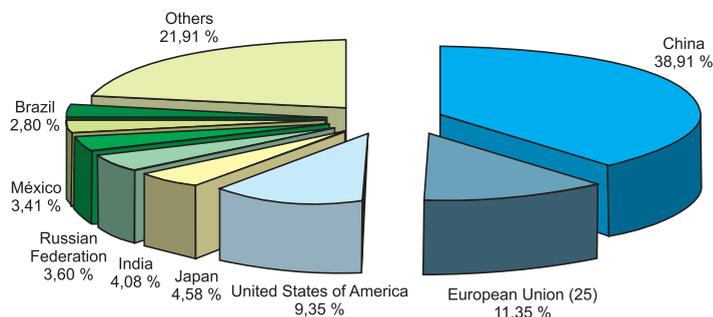


Fig. 1. Principais países produtores de ovos, com base na média dos anos 2000-2004.

Fonte: Faostat 2007.

No Brasil, a produção de ovos brancos predomina sobre a de ovos vermelhos e a produção total de ovos não tem sofrido grandes variações nos últimos anos (Fig. 2). A atividade ocorre em todo o País e em praticamente todas as propriedades, mas com objetivos comerciais está concentrada em São Paulo que, na média dos anos 2003/2005, respondeu por 41 % do total da produção nacional de ovos. Os estados de Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul são os demais produtores, porém com participação na produção nacional significativamente menor que a de São Paulo (Fig. 3).

O mercado de ovos no Brasil se caracteriza pela comercialização e consumo de ovos frescos. Há, contudo, grande potencial para sua industrialização, ainda pouco explorado e que apresenta grande desenvolvimento na Europa e nos Estados Unidos da América. Em 2005, o consumo per capita de ovos no País situou-se em nível intermediário, perto de 140 ovos hab.-ano, ao passo que países de alto consumo como o México e o Japão atingem cerca de

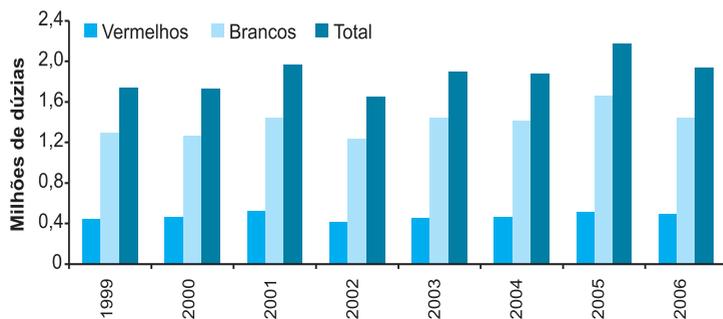


Fig. 2. Evolução da produção brasileira de ovos brancos, vermelhos e total, entre os anos de 1999 e 2006.

Fonte: Anualpec (2006).

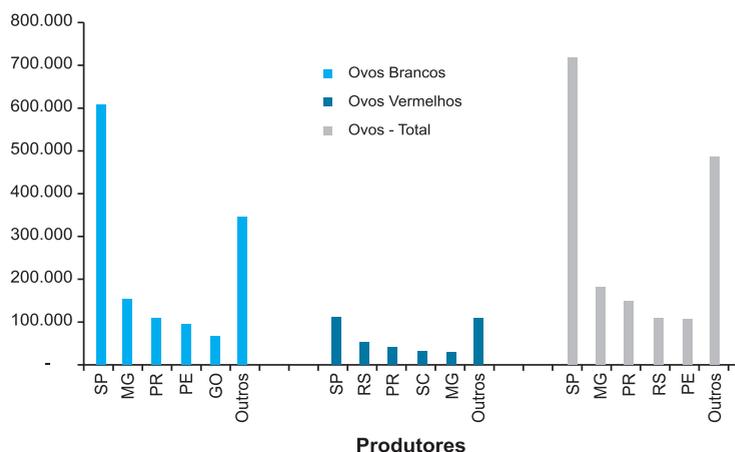


Fig. 3. Principais estados brasileiros produtores de ovos, média dos anos 2003 a 2005.

Fonte: Anualpec (2006).

350 unidades hab.·ano (UBA, 2006; APA, 2007). Considerando a qualidade e o valor nutritivo desse alimento (SHEUERMANN; ROSA 2006), é provável que haja acentuada elevação de consumo em razão dos programas governamentais de elevação da renda e redução da fome.

Contribuição das políticas públicas e da tecnologia

No desenvolvimento da avicultura de postura brasileira, algumas iniciativas relativas a políticas públicas merecem registro. A assinatura, em 1939, do Decreto-Lei nº 3.467, que instituiu o regulamento de Inspeção Sanitária, Classificação, Conservação e Embalagem de Ovos destinados ao comércio exterior foi muito positivo para o desenvolvimento da atividade por procurar garantir a qualidade do produto aos mercados importadores. Os serviços de proteção sanitária foram estabelecidos e fortalecidos a partir dessa década, envolvendo a participação dos laboratórios do Serviço de Defesa Sanitária

Animal do Ministério da Agricultura, em conjunto com os Institutos Biológicos dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Estes iniciaram a produção de vacinas contra as doenças das aves, bem como realizavam diagnósticos e recomendações de controle sanitário das criações. Mais adiante, em 1965, o Decreto-Lei nº 55.981, disciplinou a importação de aves para produção, autorizando a importação apenas de avós e obrigando a realização, no País, das demais etapas da produção. Nessa década foi introduzido, também, o modelo da integração, que teve ampla aplicação na avicultura de corte e menor adesão na de postura.

Outra política pública que merece destaque é o crédito rural, que foi colocado à disposição da agropecuária nacional em maior e crescente valor entre 1970 até meados da década de 1980, o que viabilizou a implantação de novas estruturas de produção de ovos (BACEN, 2005).

Na década de 1990, as preocupações da avicultura voltaram-se para a ocorrência dos surtos de doenças, com seus riscos à saúde pública, à redução do consumo e com as barreiras ao comércio internacional. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento¹ (Mapa) atuou mais uma vez, colocando em vigor, em 1994, a Portaria Ministerial nº 193, que instituiu o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), que visava ao fortalecimento da vigilância epidemiológica e sanitária das principais doenças de aves em todos os estados brasileiros. Mais recentemente, o Mapa aprovou, no âmbito do Programa Nacional de Sanidade Avícola, o Plano Nacional de Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença-de-Newcastle em todo o território nacional (Instrução Normativa SDA nº 17, de 7 de abril de 2006). As instituições governamentais e o setor privado atuam de forma coordenada visando dar suporte ao desenvolvimento da atividade dentro dos mais elevados padrões internacionais de qualidade e sanidade das criações.

No que se refere à tecnologia empregada, apesar da importância da cadeia produtiva de ovos, grande parte segue os padrões usados nos principais países produtores, sendo que a pesquisa nacional teve o mérito de acompanhar as inovações desenvolvidas no mundo e viabilizar sua adequação e uso nas condições brasileiras. Schmidt e Ávila (1990), analisando a evolução no desempenho técnico da avicultura brasileira, relatam que “os ganhos e melhorias têm sido introduzidos no Brasil por importação de material genético e de pacotes tecnológicos”. Os autores explicam que, no que se refere ao desenvolvimento da genética, o País limita-se a importar as linhas puras, realizando os cruzamentos, a produção e comercialização das linhagens comerciais. Nesse sentido, os trabalhos das universidades e institutos de

¹ Disponível em: < [http://www.agricultura.gov.br/Planos e Programas](http://www.agricultura.gov.br/Planos_e_Programas)>.

pesquisa nacionais são realizados com o objetivo principal de formar recursos humanos e de dominar as técnicas de seleção. Na iniciativa privada, uma empresa nacional, a Granja Guanabara S.A., em Itaipava e Piraí, no Rio de Janeiro, foi a que mais se destacou na produção de linhagens comerciais. A empresa iniciou as atividades no final da década de 1940 e registros indicam que, de 1972 a 1982, desenvolveu e comercializou linhagens próprias, chegando a atender ao redor de 5 % do mercado de linhagens de frango de corte e 10 % das de postura no mercado brasileiro. A Granja Guanabara encerrou as atividades em 1983, sendo que, após essa data, nenhuma outra empresa privada se dedicou ao desenvolvimento de linhagens no Brasil. As linhagens provenientes da Granja Guanabara, adquirida pelo Ministério da Agricultura em 1985, foram repassadas à Embrapa Suínos e Aves, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Atualmente, a manutenção das populações e os programas de seleção de linhas genéticas puras especializadas na produção de ovos são realizados no exterior. O Brasil importa as avós e possui as granjas de avós e das matrizes que multiplicam o material genético importado, as quais estão instaladas nas regiões Sul e Sudeste. Poucas empresas com ação internacional atuam na produção e no mercado das linhagens especializadas. No Brasil, por exemplo, está ocorrendo contínua redução no número dessas empresas, sendo que, em 2006, apenas três companhias importadoras e multiplicadoras de avós atuavam no País (Fig. 4).



Fig. 4. Localização dos avoizeiros e matrizeiros de postura, da produção de ovos e do número de municípios envolvidos na produção em 2006.

Fonte: União Brasileira de Avicultura (UBA) (2006) e da Associação Paulista de Avicultura (APA) (2007).

A pesquisa nacional contribuiu com relevantes estudos, entre os quais aqueles sobre a composição dos alimentos brasileiros possíveis de uso nas rações para poedeiras (ROSTAGNO et al., 1983; EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO, 2005), no desenvolvimento de vacinas, em recomendações de manejo, em modelos de construções e equipamentos para as condições brasileiras e, mais recentemente, sobre a utilização da inteligência artificial e automação na produção de aves.

No presente, a ciência tem papel fundamental na busca de soluções que assegurem a proteção e o bem-estar dos animais, assim como o equilíbrio entre a produção animal intensiva, a qualidade dos produtos e a preservação do ambiente. Os consumidores de produtos da cadeia avícola estão mais exigentes quanto à maneira como a produção animal é realizada.

O Brasil sempre tem procurado se antecipar às demandas futuras da sociedade e atender aos requisitos que podem tornar-se barreiras ao consumo interno e às exportações e deve tratar de temas como:

- a) Forma de evitar a produção de aves de postura em gaiolas sob a justificativa de que essa prática causa estresse e não atende à necessidade de liberdade do animal.
- b) Desenvolvimento de linhagens genéticas menos agressivas, para que não sejam necessárias práticas, como a da debicagem, que provoca estresse às aves.
- c) Desenvolvimento de linhagens genéticas que permitam a sexagem pelo empenamento, buscando redução no custo de produção e do estresse pela sexagem cloacal.
- d) Alongamento do tempo de postura para evitar a prática da muda forçada e a obtenção de métodos de muda de menor estresse.

Principais sistemas de produção de ovos

A produção de ovos pode ser realizada em pequenas unidades, de maneira muito simples, com baixo investimento de capital; e também pode ser efetuada em grandes unidades, com sistemas automatizados e tecnologia sofisticada. No entanto, a produção, gradativamente, está se modernizando e aumentando de escala. Em 2005, praticamente a metade da produção brasileira de ovos ocorria em unidades que possuíam mais de 300 mil poedeiras (Tabela 1). Em geral, as atividades são conduzidas por produtores ou empresas que

adquirem de terceiros as aves poedeiras, os insumos necessários para a produção (ingredientes para ração ou ração pronta, vacinas, medicamentos, gás, energia elétrica, etc.) e, normalmente, são responsáveis pela administração do negócio, incluindo a comercialização dos ovos. Além da produção convencional, existem sistemas alternativos para a produção de ovos como orgânicos, agroecológicos e coloniais/caipiras que visam atender nichos de mercado. Assim, os avicultores de postura do País podem ser classificados em quatro categorias principais:

- a) Categoria 1 – Produtores de subsistência ou de fundo de quintal (até 500 poedeiras).
- b) Categoria 2 – Pequenos produtores (entre 500 e 5 mil poedeiras).
- c) Categoria 3 – Médios produtores (entre 5 mil e 100 mil poedeiras).
- d) Categoria 4 – Grandes produtores (mais de 100 mil poedeiras).

Tabela 1. Estratificação por tamanho e participação das unidades na produção total de ovos no Brasil em 2005.

Número de poedeiras	Total de poedeiras	Nº de unidades	Part. produção (%)
> 3.000.000	6.100.000	2	7,13
1.000.000 - 3.000.000	11.350.000	8	13,26
500.000 - 1.000.000	14.170.000	23	16,56
300.000 - 500.000	7.682.000	21	8,98
< 300.000	46.281.000	Nd ⁽¹⁾	54,08

⁽¹⁾Nd = informação não documentada.

Fonte: Relatório Anual da UBA (2006).

A maioria dos produtores da categoria 1 produzem para consumo próprio, comercializando os excedentes. Em geral, usam pouca tecnologia, não usam linhagens especializadas, não possuem instalações específicas e os sistemas de alimentação e sanitários são precários (Fig. 5). A produtividade não supera os 40-50 ovos/galinha-ano. Essa avicultura, importante do ponto de vista social, deve evoluir, melhorando o nível sanitário e as instalações a fim de reduzir os riscos para as criações comerciais e oferecer produto de melhor qualidade ao mercado.

Na categoria 2, o produtor é mais organizado, produz para o mercado, mas tem dificuldades por causa da pequena escala de produção (Fig. 6). Existem criações em que as aves, em geral de linhagens para ovos de casca vermelha, têm acesso a áreas externas com pastagens (piquetes) para obter ovos com

Fotos: Gilmar Testolin



Fig. 5. Pequenas criações de aves em regime de subsistência.

Fotos: Gilmar Testolin



Fig. 6. Sistema de produção em piso, aviário convencional.

gema de maior coloração, de maior valor de mercado. Embora alguns produtores utilizem boa tecnologia e gerenciem a produção com competência, grande parte tem limitações de acesso à tecnologia. Em geral, a genética é bem definida, tanto para as linhagens de ovos brancos (Leghorne) como vermelhos (Rhode Island Red). Normalmente, são obtidos bons índices de produtividade, superando os 260 ovos/galinha-ano.

A categoria 3 é representada por aqueles que iniciaram a produção de ovos em meados da década de 1970. Esses produtores são ávidos por tecnologias que aumentem a produtividade, melhorem o lucro e viabilizem a atividade. A produção ocorre em gaiolas com 6, 8 e até 10 aves por metro linear (Fig. 7). Durante a cria e recria das aves são realizadas a maioria das práticas de manejo (vacinas, debicagem, classificação por peso), buscando assegurar

saúde, bem-estar e produtividade dos lotes. Empresas especializadas, dedicadas à comercialização de insumos, prestam assistência aos produtores nas áreas de saúde (vacinas e medicamentos), nutrição (matérias-primas e rações), embalagem de ovos (bandejas plásticas, bandejas de papelão e bandejas de isopor). Normalmente, as granjas possuem bons programas nessas áreas. Uma vulnerabilidade é que a maioria das instalações não são climatizadas, tendo prejuízos com as mudanças climáticas, e ainda necessitam de investimentos na melhoria do transporte e da estrutura de manuseio dos ovos (limpeza, classificação, ovoscopia e embalagem) para atender às normas do Mapa.

Fotos: Paulo Sérgio Rosa



Fig. 7. Produção de ovos em gaiolas convencionais.

A categoria 4 tem menor número de produtores, importante participação na produção e bom acesso à tecnologia (Fig. 8). Nessas criações, todo o processo de produção é automatizado, desde o fornecimento de água, ração, coleta de ovos até o manejo de retirada do esterco dos aviários. O emprego de mão-de-obra para produção é reduzido, comparado aos sistemas anteriores. O tamanho dos rebanhos é elevado, podendo-se alojar mais de 200 mil aves por aviário e o emprego da alta densidade de criação, associada à elevada produtividade, permite menor custo de produção. A utilização de linhagens genéticas de alta produtividade, com postura de mais de 300 ovos/ano e baixo consumo (95 g/dia a 100 g/dia) durante a produção, otimiza a conversão alimentar. As rações são formuladas com o mais recente conhecimento e com sofisticados programas computacionais, maximizando a produção e o lucro. A maioria dos processos administrativos e produtivos são informatizados. Essas unidades, em função dos volumes, têm melhor capacidade de comercialização do produto e de compra dos insumos, com descontos e maiores prazos para pagamento, o que contribui para um melhor resultado da produção.

Fotos: Paulo Sérgio Rosa



Fig. 7. Aviário moderno, de grande capacidade de alojamento de poedeiras, climatizado e automatizado.

Considerações finais

A cadeia produtiva de postura do Brasil está consolidada, resultado da experiência e histórias de sucesso acumuladas ao longo da sua trajetória. O mundo tropical apresenta situações que se enquadram nos modelos produtivos usados no Brasil, desde aqueles que visam atender necessidades locais de consumo ou de renda, de baixo investimento e pequeno uso de tecnologia, até os de maior investimento e de intenso uso de tecnologia moderna.

O domínio e utilização de tecnologias, a organização da produção e a capacitação gerencial dos produtores brasileiros foram fundamentais para o crescimento da atividade. Contudo, a ciência ainda tem grandes desafios para o futuro, principalmente os relacionados ao atendimento das exigências de preservação do ambiente, do bem-estar animal, da segurança alimentar e da biossegurança das criações. O Brasil tem excelentes condições humanas e naturais para o crescimento sustentável da produção de ovos.

Referências

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE AVICULTURA. **Consumo per capita de ovos**. Disponível em: <<http://www.apa.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 11 fev. 2007.

ARASHIRO, O. **A história da avicultura do Brasil** São Paulo: Gessulli Editores Ltda., 1989.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário estatístico do crédito rural 2005** Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br/?RELRURAL2005>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Sanidade Avícola** – PNSA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/Planos e Programas/Programa Nacional de Sanidade Avícola>>. Acesso em: 14 fev. 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves** 3. ed. Concórdia, 1991. 97p. (EMBRAPA – CNPSA. Documentos, 19).

FAOSTAT, 2007. Major food and agricultural commodities and producers. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/569>>. Acesso em: 18 dez. 2007.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; PEREIRA, J. A. A.; SILVA, M. A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: UFV, 1983, 59p.

SCHMIDT, G. S.; ÁVILA, V. S. de. Linhagens avícolas brasileiras. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (Campinas, SP). **Novas tecnologias de produção animal**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 1-6.

SCHEUERMANN, G. N.; ROSA, P. S. **Ovo**: alimento nutritivo e saudável. Embrapa Suínos e Aves; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. Folder.

TALAMINI, D. J. D. **An analytic review of the pig and poultry industries in Brazil and of the pattern of international trade** 1989. 363p. Tese (Doutorado) – Oxford University, Oxford.1991.

TOBIN, B. F.; ARTHUR, H. B. **Dynamics of adjustment in the broiler industry** Boston: Graduate School of Business Administration, 1964, 132 p. (Harvard University).

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, **Relatório Anual 2005/2006**. Brasília, DF: UBA. 2006. 76 p.

Capítulo 4

Aves de corte

José Eduardo Butolo

A necessidade de alimentos sempre foi o fator determinante da utilização da terra, transformando as reservas nativas em áreas de produção agropecuária. Essa transformação pelo homem sempre foi, é e será a causa de maior impacto sobre o ambiente natural. Hoje, mais de 36 % da terra existente já é explorada e 1,8 % ocupada por cidades. Atualmente, a população mundial é de, aproximadamente, 6,8 bilhões de pessoas, sem tendência vegetariana. Portanto, a demanda mundial de carne irá aumentar sensivelmente.

Dessa maneira, somente uma agropecuária altamente tecnificada e produtiva, utilizando ao máximo a área de terra atualmente explorada, poderá alimentar a população humana e, simultaneamente, preservar as áreas nativas remanescentes, contexto em que está inserida a produção avícola para alimentação humana, mais especificamente a produção de aves da espécie *Gallus gallus domesticus* (L.). As práticas envolvendo essas aves são extensas, abrangendo desde ovos e pintos de um dia até aves abatidas, com produtos diferenciados. Portanto, a área avícola, além de motivadora, é de suma importância, apresentando-se em constante evolução.

Desde o século passado, as aves têm sido estudadas profundamente, tanto em termos fisiológicos como econômicos, por causa das suas particularidades como ciclo de produção; facilidade no manejo; e proteínas de excelente qualidade, com produção em curto espaço de tempo, o que facilita o controle ambiental pelo aproveitamento total de seus subprodutos. A contribuição dos estudos realizados para diferentes áreas da ciência é evidente na genética, já no início do século 20, com a redescoberta das leis de Mendel e, atualmente, colaborando para os estudos da genética transgênica. Na fisiologia, as aves estão presentes nos estudos dos hormônios da reprodução, além da somatotropina e dos tireoidianos. E têm importante participação também no campo da imunologia, uma vez que todas as enfermidades a que estão sujeitas são controladas mediante programas de vacinação.

Como atividade agrícola, a avicultura se desenvolveu e se modernizou rapidamente no Brasil e no mundo nas últimas quatro décadas. Do aumento de mais de 66,8 milhões de toneladas na produção mundial de carne de frango nesse período, coube, ao Brasil, 11,7 % do acréscimo. A contribuição do País

passou de pouco mais de 1 % da produção mundial no início da década de 1960 para mais de 10 % em 2003, o que só foi possível pelo grande desenvolvimento ocorrido no setor como reflexo de expressivo incremento tecnológico e articulação entre os agentes que compõem a cadeia produtiva de aves de corte.

A atividade avícola

No Brasil, a avicultura é relativamente nova, apesar de ter sido iniciada na década de 1930 como atividade fornecedora de subproduto, em especial o esterco para os cafezais e para os produtores de uvas de São Paulo e, a partir da década de 1960 como produtora de proteína de alto valor biológico. Hoje, a avicultura de corte se estabeleceu como atividade produtiva no País, envolvendo praticamente todos os estados da Federação e tendo conquistado espaço significativo na produção mundial. Atualmente, a cadeia produtiva de aves de corte assegura ao País o segundo lugar na produção mundial de carne de frango.

Segundo relato do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), as exportações de frango de corte somaram, aproximadamente, US\$ 2,9 bilhões no ano de 2006, o equivalente a 2,4 milhões de toneladas de carne. Já no ano de 2007, houve um acréscimo de 44,3 % nas exportações de frango in natura, que atingiram US\$ 4,2 bilhões. Também a exportação de carne de frango industrializada aumentou (43,2 %), passando de US\$ 281 milhões em 2006 para US\$ 402 milhões em 2007 (MINISTÉRIO, 2008). Esse ano “foi caracterizado pela forte recuperação das exportações de carne de frango, seguindo a retomada da demanda mundial após o arrefecimento dos efeitos das ocorrências de gripe aviária na Ásia e Europa” (MINISTÉRIO, 2008, p. 4). As matrizes de frango de corte são produzidas em 18 estados, estando concentradas no Paraná, em Santa Catarina, em São Paulo, no Rio Grande do Sul e em Mato Grosso. Estima-se que, em 2006, esses cinco estados detinham mais de 80% das matrizes alojadas (Tabela 1).

No desenvolvimento da atividade avícola no País, merecem destaque dois profissionais que, no início de 1957, foram responsáveis diretos pelo avanço tecnológico alcançado na avicultura nacional, os doutores David B. Mellor e Haroldo Vieira Vasconcelos. Ambos pertenceram ao quadro do Projeto ETA-42, área avícola, convênio de cooperação técnica celebrado entre o Brasil e os Estados Unidos da América, vinculado à Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (Usaid), que propiciou o intercâmbio entre avicultores e técnicos dos dois países.

Tabela 1. Participação dos estados da Federação na produção de matrizes de frango de corte no ano de 2006 (janeiro a novembro) e aumento em relação a 2005.

Estado	Participação (%)	Aumento relativo a 2005 (%)
Paraná	21,20	8,72
Santa Catarina	19,90	5,40
São Paulo	17,20	7,85
Rio Grande do Sul	15,70	2,85
Mato Grosso	10,40	1,20
Goiás	3,20	20,99
Distrito Federal	3,00	25,70
Pernambuco	2,60	-
Minas Gerais	1,20	13,29
Ceará	1,60	12,03
Bahia	1,30	-
Mato Grosso do Sul	1,20	-
Paraíba	0,53	-
Rio de Janeiro	0,19	-
Sergipe	0,18	-
Pará	0,05	-
Espírito Santo	0,02	-
Rondônia	0,02	-
Total	99,49	

Alojamento em 2006: 37.800 milhões de cabeças

Aumento em relação ao mesmo período de 2005: 5%

Produção de pintos estimada para 2006: 4.590 milhões

Redução em relação a 2005: 100 milhões

Fonte: Portal da Avicultura na Internet (AviSite)/Associação dos Produtores de Pinto de Corte (Apinco)/União Brasileira de Avicultura (UBA) (2006).

Pode-se afirmar que esse Projeto foi um divisor de águas na história da avicultura brasileira, tendo se caracterizado como excepcional trabalho de extensão entre criadores individuais e cooperativas, que teve seu início com a vinda de profissionais americanos, entre eles Frank E. Moore, considerado um dos mais experientes extensionistas em aves de corte.

Nesse período, foi implantado o galinheiro tipo 4-S, de baixo custo, com 3 m x 3 m, piso de chão, tela e cobertura de sapé, com comedouros de madeira

e bebedouros tipo pressão (utilizando garrações vazios) e, como fonte de aquecimento, os fogões a querosene Jacaré. Naquelas instalações, podiam ser alojados 100 frangos até 84 dias, com peso final entre 1.500 g e 1.600 g, ou 50 poedeiras para produção de ovos comerciais.

Posteriormente, essas instalações tornaram-se mais sofisticadas, com piso de tijolos e cimento, telhas de Madeirit (chapas de madeira compensada), protegidas externamente por uma folha fina de alumínio, campânulas para aquecimento, comedouros tubulares e bebedouros tipo calha. Apesar da simplicidade, essa foi a semente da avicultura industrial, pois os grandes avicultores da atualidade iniciaram com esse processo simples de criação.

Entre as inúmeras dificuldades daquele período, o fornecimento de ração adequada e de baixo custo foi outro ponto importante a destacar, em razão das dificuldades para aquisição de ração adequada, na época, produzidas pelos moinhos de trigo Pró-Pecuária, em São Paulo; Moinho da Luz, Fluminense e São Cristóvão, no Rio de Janeiro; e Sociedade Anônima Moinho Riograndense (Samrig), no Rio Grande do Sul. Em virtude das restrições impostas às indústrias alemãs, o moinho Pró-Pecuária foi adquirido pela Socil que, além de alguma atividade na área, era, principalmente, uma imobiliária, dando origem à Socil Pró-Pecuária S.A., uma das empresas pioneiras no ramo, hoje pertencente ao grupo francês Evialis.

A incipiente indústria de rações balanceadas no Brasil passou por diferentes fases, entre elas a do farelo de trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) e de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Como os moinhos possuíam esses ingredientes em grande quantidade e com preço tabelado, dominavam o mercado e os utilizavam em porcentagens elevadas, mesmo sendo alimento que não condizia com as exigências nutricionais das aves. Em face dessas dificuldades, por meio do Projeto ETA-42, foram iniciadas conversações com determinadas cooperativas em regiões estratégicas do território nacional, surgindo os projetos do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e do milho (*Zea mays* L.), por intermédio do Programa Internacional de Vendas Subsidiadas de Alimentos, Food for Peace, iniciado em 1954 pelos Estados Unidos da América, de grande importância para a avicultura brasileira. Todavia, alguns dirigentes de cooperativas utilizaram esse Programa em benefício próprio, fracassando os objetivos do Projeto.

Deve-se salientar que o Projeto ETA-42 foi de grande benefício e, de fato, responsável pelo desenvolvimento da avicultura brasileira, mediante treinamento de pessoal ocorrido em três etapas: a) viagem de um grupo de avicultores brasileiros, dos mais antigos, para conhecer a avicultura americana e os cruzamentos de linhagens puras que seriam introduzidas como marco da avicultura industrial brasileira; b) viagem de um grupo de técnicos avícolas,

extensionistas e professores para treinamento em cursos de extensão avícola e visitação às empresas avícolas americanas; e c) viagem de um grupo de técnicos e especialistas em comercialização de produtos avícolas aos Estados Unidos da América. Segundo relato do professor da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), hoje consultor internacional na área de avicultura e reprodução animal, Egladson João Campos, um dos pioneiros da avicultura nacional, participante do projeto que soube aproveitar os ensinamentos e colocá-los em prática, essa parece ter sido a última viagem e, provavelmente, a etapa derradeira do projeto no Brasil.

Hoje, quando se verifica o estágio da avicultura brasileira, uma das mais adiantadas do mundo, tanto em termos técnicos como produtivos, destacando-se das demais criações pelos resultados alcançados não só em produtividade e volume de abate, como também no desempenho econômico, custa acreditar que tudo tenha sido construído graças ao pioneirismo de um projeto e à credibilidade das pessoas que o conduziram.

A grande mudança técnica se deu a partir de 1960, com a entrada no Brasil das raças de aves híbridas e do investimento na produção de rações de algumas empresas que detinham o monopólio do farelo de trigo. O Moinho São Paulo S.A. Indústria e Comércio e as Rações Anhanguera Duratex S.A., além das fábricas, em 1965 investiram em laboratórios e centros de pesquisas experimentais em avicultura.

Com a entrada da Agribands Purina em 1966, outras indústrias nacionais e multinacionais foram obrigadas a se adaptar à grande evolução técnica introduzida, primando por tecnologia. Outras multinacionais como a Central Soya Company, Inc., Grupo Cargill e a Anderson Clayton Foods, Inc. vieram para o Brasil e foram, também, responsáveis pelo sucesso da avicultura industrial brasileira.

Principais Inovações

Melhoramento genético

No século 21, a genética avícola completa 100 anos e os trabalhos pioneiros de Mendel formaram os alicerces para os estudiosos de aves e outras espécies. Mas o conceito de avicultura comercial ainda estava a 50 anos do futuro no início do século 20.

Nas décadas de 1950 e 1960, houve verdadeira explosão na pesquisa, iniciada com experimentos de seleção de longo prazo, envolvendo vários tipos de aves, e continuando com o surgimento de empresas comerciais de genética e

desenvolvimento, que aplicaram, em âmbito comercial, os resultados experimentais obtidos pela pesquisa. A literatura está repleta de resultados de estudos de seleção, análises de herdabilidade e correlação relacionada à genética avícola realizados no período de 1960 a 1980.

No Brasil, durante os anos de 1950, quando a avicultura ainda estava em sua fase inicial, as avícolas produtoras possuíam apenas raças puras ou variedades dentro das raças, predominando as de dupla finalidade, ovos e carne. Entretanto, na década de 1960, elas começam a se transformar em empresas, adotando novas tecnologias, inclusive importando aves dos Estados Unidos da América, as quais, apesar de melhoradas, ainda não atingiam o máximo de desempenho, sendo, todavia, melhores que as raças que constituíam o rebanho avícola nacional.

Assim, a famosa linhagem Keystone Park, poedeiras comerciais que produziam 220 ovos durante o período de produção e a Three Cross GB, linhagem de corte que apresentava peso médio de 1.500 g a 1.600 g aos 84 dias, formavam a linha de frente da evolução da avicultura brasileira. Ambas foram importadas por Renato Brogiolo, da Granja Branca (origem da sigla GB), localizada no Rio de Janeiro.

Com o despontar de um mercado promissor, outras empresas multiplicadoras foram atraídas, surgindo outras linhagens, superiores às pioneiras, a exemplo da H&N, da Hy-Linee da Shaver-Star Cross como poedeiras, e da Arbor-Acres, Shaver-Star Bro e Indian River para corte.

A 'Hy-Line' e a 'Indian River' foram instaladas na Granja Trevo Avícola, de propriedade de Svend Negaard; a 'H&N' foi instalada na Granja Paraíso, de Rafael Cunha Bueno, ambas localizadas na cidade de Rezende, no Rio de Janeiro; a linhagem Shaver foi instalada na Granja Guanabara, de Roberto Bebiano, em Caxias, Rio de Janeiro. A 'Arbor-Acres' foi para a cidade de Rio Claro, em São Paulo, sendo instalada na Granja Regina, de João Navarro de Andrade.

Com todo esse movimento progressista, os termos "matrizes" e "avós", começaram a entrar para o vocabulário avícola brasileiro. Com isso, novos projetos de instalações modernas, fábricas de rações e de equipamentos foram tomando conta do mercado.

Nessa época, a população brasileira estava vivendo uma revolução social, com o surgimento dos movimentos nacionalistas, e o governo federal resolveu tomar medidas protecionistas com a publicação do Decreto nº 55.981, de 22 de abril de 1965, que tratava da importação de aves e de ovos para reprodução. O artigo 7º, parágrafo 39, estabelecia que

a partir de 1967, a concessão de autorização para a importação de pintos e ovos destinados à reprodução fica condicionada à demonstração, pelo interessado, de estar se preparando, material e tecnicamente, para executar trabalhos de melhoramento de aves.

Todavia, esse decreto foi relegado a plano secundário pelos então dirigentes da avicultura nacional. Ao mesmo tempo, as universidades brasileiras, que ofereciam cursos de Agronomia e Veterinária (a Zootecnia, como disciplina, fazia parte do currículo de ambos os cursos), não davam a devida importância à disciplina de Avicultura e tampouco à Genética Avícola. Contudo, a partir de 1962, o Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG resolveu dar mais ênfase à disciplina em consideração à importância da atividade para a economia brasileira. E, em 1967, as disciplinas Avicultura e Suinocultura tornaram-se independentes.

Após 31 de março de 1964, o sentimento nacionalista tornou-se mais forte e a avicultura era parte integrante do contexto. Nessa época, a Escola de Veterinária da UFMG mantinha convênio com a Fundação Rockefeller, dos Estados Unidos da América para o aperfeiçoamento do pessoal docente por meio de bolsas de estudo naquele país, além da aquisição de equipamentos para todos os departamentos e, logicamente, a disciplina Avicultura recebeu, também, a sua parte. Na década de 1970, o professor Egladson João Campos recebeu bolsa para doutorado em Genética Avícola na Universidade Texas A&M, seguindo os passos de outro professor, Arthur Randolph Custódio, docente da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), de Piracicaba, São Paulo, que já se encontrava na Universidade de Ohio, sob a orientação do renomado geneticista avícola, professor R. George Jaap.

Naquele período, os contratos com as empresas multiplicadoras já estavam vencendo e sujeitos à renovação. Porém, a Granja Guanabara, após o rompimento da parceria com a Shaver, resolveu seguir programa próprio de melhoramento avícola, contratando, como responsável, o médico-veterinário José Francisco Guimarães, o qual, mais tarde, recebeu suporte técnico do professor Alfredo Navarro de Andrade, Ph.D. em Nutrição Animal e, atualmente, representante do Brasil no Conselho Norte-Americano de Grãos (US Grains Council). Após um período bastante curto de melhoramento, ocorreu, em meados de 1972, o lançamento da galinha nacional “verde-amarela”, com três produtos: ‘G-307’ (aves brancas); ‘G-505’ (ovos castanhos) e o ‘G-190’ (frango de corte). Embora tenha sido um dos primeiros lançamentos das aves nacionais, com o decorrer do tempo e com pouca penetração no mercado esses produtos caíram no descrédito entre os avicultores.

Em 11 de setembro de 1973, foi criada a Comissão Técnica de Alto Nível Científico, instituída pela Portaria nº 313, do Ministério da Agricultura. A Comissão seria integrada por dez membros efetivos, escolhidos entre os técnicos de notório saber na especialidade, tanto do serviço público como da iniciativa privada, nomeados por ato do secretário-geral do Ministério da Agricultura. Os objetivos da Comissão eram relevantes, tais como assessorar

o Ministério na formulação da política avícola nacional, além de contribuir com subsídios para o planejamento, coordenação e avaliação de programas e projetos nacionais e regionais. A Comissão foi constituída, porém não foi estabelecida a exigência de qualificação dos seus membros.

Muitas medidas foram tomadas por essa Comissão, visando ao futuro da avicultura nacional, a exemplo da criação de um plano sanitário e de fiscalização desde as granjas até os incubatórios; o estabelecimento de política de importação de vacinas e medicamentos, etc. Muitas dessas medidas foram tomadas duas ou mais vezes, destacando-se o atual Plano Nacional de Sanidade Avícola e as fiscalizações de granjas e incubatórios. Ao que tudo indica, outras, criadas posteriormente, não tomaram conhecimento do que foi feito por essa primeira Comissão, tornando-se notório o desconhecimento de portarias e decretos estabelecidos pelo próprio governo federal.

Dois fatos devem ser destacados acerca da atuação dessa Comissão, que se reuniu pela última vez em 1979: o estabelecimento do programa de vacinação contra a bronquite infecciosa (*Infectious bronchitis virus*, IBV), que, apesar de haver sido descrita em 1958, passou a ser praticada na indústria avícola nacional somente a partir de 1976; e o cumprimento do Decreto nº 55.981, que proibia a entrada de plantéis de avós ou de aves multiplicadoras, levando o País para a produção de plantéis primários.

O referido decreto recebeu todas as atenções do governo federal, até mesmo financiamentos, ficando decidido que todas as empresas que tivessem condições de estabelecer um programa genético receberiam também apoio financeiro. Mas, apesar de toda a ajuda, o plano genético da Granja Guanabara fracassou por motivos como doenças e falta de um plantel multiplicador mais expressivo.

O governo federal, por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), agências vinculadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia, resolveu financiar projetos de melhoramento avícola nas universidades ou na iniciativa privada. A Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, a Esalq e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Mapa, foram beneficiadas com vultosas verbas para cumprir o projeto de melhoramento avícola, surgindo numerosas teses de mestrado e doutorado. Entretanto, esses trabalhos, apresentados em inúmeros encontros avícolas nacionais, levaram em consideração características que apresentavam pouco valor econômico, sem estabelecer qual seria a população a ser melhorada.

A Embrapa ficou de posse da população avícola da Granja Guanabara, que já não era de grande valor; a UFV tomou posse das aves de Itajaí da mesma empresa, também sem muitas perspectivas; e a Esalq se contentou com os

plantéis originais. A falta de diálogo e troca de informações entre os responsáveis pelo, suposto, melhoramento avícola contribuíram para que os trabalhos realizados nessas três instituições falhassem nos conceitos básicos de melhoramento, quais sejam, tamanho da população a ser melhorada e estado sanitário dos plantéis, pois é impossível trabalhar com aves contaminadas por salmonelas e micoplasmas. Segundo o professor Egladson João Campos, mais uma vez os melhoristas não seguiram as recomendações de médicos-veterinários.

Em 1985, a Agroceres Boss Melhoramento Genético de Aves surgiu com avós da linhagem Ross Agroceres 2008), tornando-se a pioneira e, até o momento, a única empresa brasileira trabalhando com plantéis primários. Em 1990, essa empresa lançou no mercado a primeira avó produzida em território nacional, diminuindo assim a dependência brasileira de importação de material genético para a produção do frango.

Não se pode esquecer também das ações isoladas na área de melhoramento avícola de empresas de vulto como a Sadia S.A., a qual procura obter uma linhagem comercial, provavelmente a partir dos seus inúmeros plantéis de avós, formando a tão decantada população ao acaso, passo inicial para a obtenção de plantéis multiplicadores. Destacam-se também os trabalhos da Perdigão S.A., que segue com o projeto da Chester®, ave especial desenvolvida a partir da espécie *Gallus gallus*, linhagem natural da Escócia, desenvolvida pelo cientista Adam Chester e trazida dos Estados Unidos da América pela Perdigão S.A., no final da década de 1970. A Cobb Vantress, empresa norte-americana especializada em genética avícola, administra a linhagem pura usada para a produção exclusiva das aves que levam a marca Chester® pela Perdigão.

Nesse contexto, resta a dúvida sobre como estarão as competidoras multinacionais que a cada dia aprimoram mais os seus produtos, quando se obtiver a linhagem nacional.

Sistema integrado de produção avícola

Ainda como inovações que ocorreram na avicultura nacional, não se pode deixar de citar o projeto liderado por Haroldo Vasconcelos (1964), com apoio da Secretaria de Agricultura de Minas Gerais, que objetivava a produção de pintos de um dia para abastecimento dos avicultores locais, que estavam iniciando na produção de frangos de corte. Naquela época, Haroldo reuniu um grupo de empresários para formar a Sociedade Mineira dos Avicultores

Integrados (Somai), considerada o embrião das integrações, que tinha como objetivo a produção de pintos de corte. Os cinco integrantes da Somai criavam matrizes, entregavam os ovos para um incubatório e negociavam os pintos por meio da carteira rural do Banco Nacional. Ao mesmo tempo, foi criado por Haroldo Vasconcelos, na cidade de Pedro do Rio, no Rio de Janeiro, a Central de Incubação dos Avicultores Integrados (Cinai), grupo semelhante à Somai. A Cinai foi dirigida pelo falecido Bernardino Fonseca e por Fernando D'Almeida, com a finalidade de atender ao mercado de São José do Rio Preto, em São Paulo, considerado, naquela época, como o maior centro avícola da América do Sul. Porém, com a entrada de novas empresas independentes no mercado, ambos os projetos fracassaram, mas deixaram o embrião do sistema de produção.

Em Concórdia, Santa Catarina, sob a liderança da Sadia S.A., que, naquele período, dedicava-se à produção de suínos e bovinos, surgiram as primeiras integrações. O projeto começou a concretizar-se por meio do técnico agrícola Ivo Frederico Reiche, e seu objetivo, a princípio bastante contestado, tornou-se uma realidade, contribuindo para a expansão da avicultura brasileira.

Naquela oportunidade, Élvio Flores era o técnico encarregado do fomento da Sadia S.A. e, com o apoio do Estado, por meio de financiamentos para agricultores interessados na construção de galinheiros, o sistema expandiu-se vertiginosamente. Os integrados eram pequenos agricultores que, além de suas outras atividades, possuíam um galpão padronizado, pela integração, para a criação de 10 mil aves e funcionavam com base nos moldes americanos. O integrado recebia assistência técnica, vacinas, medicamentos, pintos e ração, ficando sob a responsabilidade do integrado os equipamentos, a mão-de-obra, a cama e o gás ou outro tipo de energia para aquecimento dos pintos nos primeiros dias de vida.

O pagamento ao integrado estava condicionado ao desempenho dos frangos: quanto melhor, maior era a remuneração e, se ele não atingisse os objetivos de performance da integração, era desligado. O projeto foi de grande sucesso e outras empresas do Sul do País já existentes no mercado, além de cooperativas, adotaram o mesmo sistema, incrementando a produção avícola.

O sistema das cooperativas é bem diferente do da integração, pois a direção está sob a responsabilidade de um presidente e um secretário, eleitos em assembléia pelos cooperados. Os cooperados compram todo o material: equipamentos, pintos, ração, vacinas e medicamentos através da cooperativa que se encarrega da venda dos frangos ou dos ovos. Após a venda, por meio de um contrato tipo “conta aberta”, o cooperado recebe a sua parte e parte da receita vai para o fundo rotativo da cooperativa. Existem várias cooperativas avícolas que trabalham com o sistema integrado.

Em 1965, pelo programa de fornecimento de milho e sorgo, o projeto ETA-42 iniciou o fomento da produção avícola brasileira através de cooperativas localizadas nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Ceará, Pernambuco, Maranhão e Amapá. O projeto era muito bom, pois as cooperativas de Minas Gerais e Ceará recebiam sorgo e as dos outros estados, milho, transportados por navios e sem custo para as cooperativas, ficando sob sua responsabilidade apenas as despesas com transporte dos portos para os armazéns. Os cereais vinham a granel e as cooperativas recebiam toda a sacaria de pano de alta qualidade, além de agulha e linha. Na sacaria, vinha impressa a legenda Usaid – Alimentos para a Paz.

As cooperativas participantes não podiam comercializar os produtos in natura, que eram vendidos aos cooperados somente sob a forma de ração. Parte da receita da venda das rações era destinada a investimentos nas fábricas de rações, incubatórios, granja de matrizes e abatedouros.

Pelo Projeto, cursos de avicultura eram ministrados, para motivação dos cooperados e treinamento dos agentes de extensão rural, visando a alcançar os resultados esperados nas criações. Dessa forma, os técnicos da antiga Associação de Crédito e Assistência Rural (Acar), hoje Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), que funcionava no âmbito estadual, coordenadas pela Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural (Abcar) eram treinados para fornecer atendimentos técnicos aos cooperados.

O Projeto fracassou na maioria das cooperativas por causa de falhas administrativas, desvio de verbas, venda de cereais para terceiros e outras irregularidades, embora todas as cooperativas fossem auditadas periodicamente pela equipe do Projeto, enviada também dos Estados Unidos da América. Todavia, deixou como legado o desenvolvimento da avicultura em moldes tecnificados na grande maioria dos estados onde foi implantado.

Encerrado o lamentável episódio “cooperativa”, em 1975, o sistema de produção integrado já estava consolidado no Sul do País, servindo de exemplo de redução de custos que possibilitava a colocação dos produtos em qualquer parte do Brasil por preço muito mais competitivo do que as produções locais.

Problemas culturais, instabilidade de mercado, falta de profissionalismo e alta taxa de inflação atrasaram o desenvolvimento da avicultura nacional em, pelo menos, 20 anos, uma vez que novos projetos, com sistema diferenciado das integrações, eram implantados em regiões sem tradição avícola. As empresas iniciavam fornecendo pintos adquiridos de terceiros e as rações eram fornecidas por fábricas de rações independentes. A garantia de fornecimento de pintos e de ração era de responsabilidade da empresa que possuía o abatedouro, existindo um contrato entre o integrado e o integrador,

que regia as normas relacionadas com as obrigações e deveres de ambas as partes. Contudo, quando a oferta de compra do frango era melhor do que o valor que o produtor iria receber da integração, o integrado, mal-acostumado com o sistema, vendia os frangos a terceiros, liquidava os débitos com a integração e continuava como avicultor independente.

Nos dias atuais, 60 % da produção avícola brasileira de corte está organizada em grandes, pequenas e médias integrações, restando, ainda, grandes e médios produtores independentes que, em futuro próximo, organizarão suas próprias integrações ou farão parte de outras delas.

O Brasil pode ser considerado o terceiro produtor avícola de corte, tendo perdido a segunda posição para a China, cuja avicultura está em franca expansão. Porém, não é adequado comparar uma população de 1,7 bilhão de habitantes com uma de 185,5 milhões de habitantes, uma vez que os números, de maneira geral, são frios. Apesar do terceiro lugar em produção, a avicultura nacional é a primeira em resultados de desempenho e custos e dificilmente será superada em virtude das condições climáticas do País; da disponibilidade de grandes extensões de terra agricultável ainda não exploradas; da grande produção de grãos, entre eles o milho, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e outras oleaginosas; e da mão-de-obra brasileira ser altamente eficiente, com excelência em manejo e contando com técnicos muito bem-formados.

Nutrição avícola e a indústria química e de rações

Como inovação, não pode deixar de ser considerada, em termos nutricionais, a introdução da soja no Brasil, na década de 1960, uma das oleaginosas mais ricas como fonte protéica e energética. A partir daí, a produção brasileira de soja se tornou crescente, ocupando, hoje, o segundo lugar na produção mundial, o que propiciou a melhoria da qualidade dos alimentos destinados à avicultura.

Com a disponibilidade de novos ingredientes, em meados da década de 1960, e com a evolução crescente da produção avícola, foi necessário controlar e conhecer as propriedades e as características nutricionais tanto dos ingredientes produzidos no Brasil como dos produtos importados que participavam da composição dos alimentos destinados aos animais, assim como os eventuais pontos negativos que poderiam interferir na produtividade desses animais.

Dessa forma, a Rações Anhanguera, uma das principais empresas fornecedoras de rações naquele período, implantou um sistema de controle

da qualidade e um centro de pesquisas em avicultura, não só para avaliar a qualidade dos ingredientes, mas também para desenvolver programas que atendessem às exigências nutricionais das aves em produção. O trabalho desenvolvido por essa empresa brasileira ficou reconhecido durante décadas, mesmo após a presença das multinacionais do ramo.

Por causa das grandes distâncias entre os produtores de alimentos e o mercado consumidor, as empresas de alimentação passaram a produzir concentrados, aproveitando os ingredientes que eram produzidos regionalmente, principalmente o milho e o farelo de trigo. As empresas consumidoras desses concentrados iniciaram a construção de unidades de mistura, em virtude dos menores custos de produção, e aprenderam a produzir alimentos tendo como equipamentos essenciais os misturadores de diferentes tipos, verticais com uma ou duas roscas, horizontais de capacidades variáveis em função de seus volumes e, também, moinhos para moagem do milho, bem como equipamentos de pesagem.

Assim, na década de 1980, surgiram as empresas de produção de suplementos vitamínicos e minerais que reduziam ainda mais os custos de produção dos alimentos, sendo pioneiras a Colborn-Dawes S.A., empresa inglesa comprada pela Roche; a Basf S.A. e as primeiras empresas nacionais, a exemplo da Foragro e da Supre Mais Nutrição Animal, as quais ofereciam também suporte técnico de projetos fabris, análises de ingredientes, formulações, assistência técnica, etc. Em meados de 1985, mais de duas centenas de empresas de suplementos foram instaladas no Brasil.

A produção crescente dos suplementos e a conseqüente procura pelos ingredientes menores (vitaminas e produtos medicamentosos), então fornecidos pelas multinacionais a preços elevados, estimularam as empresas brasileiras a produzirem alguns insumos. Para atender esse mercado surgiu, por exemplo, a Sulfabras S.A. Indústria Química, que produzia diferentes tipos de sulfas, de vital importância na prevenção e cura de doenças respiratórias e entéricas, concorrendo com multinacionais que se instalaram no Brasil para a produção de diferentes produtos medicamentosos e preventivos.

Na área de nutrição, a pioneira Supre Mais Nutrição Animal instalou a Supre Mais Química na cidade de Mogi-Guaçu, no Estado de São Paulo, comercializando inicialmente as vitaminas K3 (menadiona bissulfito de sódio), a niacina, o ácido pantotênico; aditivos como o nitrovin, o olaquinox e a sulfametazina; e os coccidiostáticos, nicarbazina, robenidina e clopidol, produzidos a partir de intermediários provenientes da Europa. Como incentivo para o crescimento dessas empresas, o governo brasileiro, por meio da Carteira de Comércio Exterior (Cacex) do Banco do Brasil S.A., liberava e

controlava a importação dos intermediários necessários para a produção, por meio de cotas anuais. Não havia disponibilidade interna e taxas protecionistas eram mantidas para evitar a concorrência de produtos importados similares aos produzidos no País. Surgiram, também nesse período, mais três empresas que produziam suplementos como a vitamina K3: a Pan-Americana Indústria Química S.A., instalada no Rio de Janeiro, em 1948; a Fatec S.A., empresa de nutrição animal e medicamentos veterinários, fundada em 1966, em São Paulo, produzia aditivos, Nitrovin e outros produtos e medicamentos, associada a uma multinacional japonesa; e a Planalquímica Industrial Ltda., instalada no município de Bragança Paulista. Nessa época, a Rhodia iniciou a produção do aminoácido metionina no pólo químico de Camaçari.

A partir do governo Fernando Collor de Mello, nos anos de 1990 a 1992, com a abertura do mercado nacional às importações e a suspensão das taxas protecionistas, a indústria química brasileira, que estava em franca expansão, foi praticamente extinta e o País voltou a depender das importações, com preços que elevaram os custos dos produtos, muitos deles com qualidade duvidosa. Todavia, com a atual globalização, os preços desses insumos estão mais competitivos.

Em virtude do desenvolvimento da indústria sucroalcooleira, a indústria de ingredientes para a alimentação animal iniciou, no final do século 20, a produção do aminoácido essencial L-Lisina, utilizando o melaço, subproduto da produção do açúcar e do álcool, como meio de cultura para crescimento do microrganismo envolvido na produção do referido aminoácido.

A indústria sucroalcooleira, além do melaço e do bagaço hidrolizado, coloca à disposição da indústria de alimentação animal importantes substitutos para aditivos, promotores de crescimento, cujo uso não é permitido no mercado da Comunidade Européia, grande consumidor da carne de frango brasileira. Esses substitutos são as leveduras de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) – subproduto da produção de álcool – nas formas de levedura inativada e levedura autolizada, classificadas como pré-bióticos, e as paredes celulares (glucanas e mananas), classificadas como adsorvente de micotoxinas e melhorador do índice de conversão alimentar.

Instituições de apoio à avicultura nacional

Como parte das inovações que determinaram o desenvolvimento da avicultura brasileira e de seus técnicos, tampouco se pode deixar de considerar os

serviços prestados por instituições como o Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), fundado em 5 de dezembro de 1985. Essa sociedade científica, cultural e educacional, formada por profissionais, empresas e entidades dedicadas à nutrição animal, promove, anualmente, pelo menos quatro simpósios ou congressos, onde são discutidos os avanços da nutrição animal, seus problemas e soluções, trazidos por pesquisadores das universidades brasileiras, das empresas privadas e cientistas internacionais. Em 2000, o CBNA e a Associação Mexicana de Nutrição Animal (Amena) fundaram o Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal (Clana), para tratar dos problemas de nutrição dos países latino-americanos, tendo já realizado dois congressos internacionais: o primeiro no México, em 2004, e o segundo no Brasil em 2006.

Outra instituição de importância para o desenvolvimento da avicultura brasileira é a Associação Brasileira dos Produtores de Pintos de Corte (Apinco), que tem por finalidade o controle da produção avícola brasileira. Em agosto de 1989, a Apinco criou a Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola (Facta), instituição sem fins lucrativos, com o objetivo de difundir ciência e tecnologia em prol da avicultura, realizando, anualmente, a *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*, onde são tratados os problemas específicos da avicultura nacional no que se refere à patologia, ao manejo, à produção, ao abate, à comercialização e à nutrição.

Existe, ainda, a União Brasileira de Avicultura (UBA), uma das instituições pioneiras, em torno da qual estão aglutinadas, entre outras, a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Carne de Frango (Abef), a Apinco, a Facta e ainda todas as granjas de multiplicação genética, as empresas produtoras de frango de corte e ovos, os frigoríficos, os produtores de perus, os fornecedores de insumos, as prestadoras de serviços e as associações setoriais e estaduais. O Brasil conta, hoje, com 18 estados em que a avicultura tem participação efetiva (Tabela 1) e todos possuem associações que tratam de assuntos específicos de sua avicultura, promovendo, regularmente, encontros técnicos para as soluções de seus problemas. Desde a sua fundação, a UBA trata dos problemas da avicultura, apresentando sugestões e participando ativamente de sua solução, representando o setor avícola no governo federal, no Congresso Nacional e no Poder Judiciário, atuando nos ministérios responsáveis pela agricultura, indústria, comércio, economia, importação, exportação e saúde, tratando dos problemas nacionais e internacionais que impediriam o contínuo desenvolvimento e a expansão da avicultura brasileira.

Deve-se ainda salientar a participação efetiva do Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos (Sindam), da Associação Brasileira das Indústrias

de Suplementos Minerais (Asbram), da Associação Nacional para Difusão de Fontes de Fósforo na Alimentação Animal (Andifós) e do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (Sindirações). Este último, fundado em 1953, é, hoje, o principal representante da indústria brasileira de ingredientes, *premix*, suplementos e alimentos para animais, reunindo cerca de 130 associados, que representam mais de 80 % do mercado comercial de produtos destinados à alimentação animal. O Sindirações está à frente de um setor produtivo que responde por cerca de 1,8 % do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e movimenta mais de US\$ 9 bilhões por ano.

Visando à qualidade e segurança no processo de produção de alimentos para animais, para atender em quantidade e qualidade a necessidade do mundo globalizado, o Sindirações desenvolveu um programa de certificação, o Feed & Food Safety (Gestão de Alimento Seguro), que compreende três estágios de certificação: a) Boas práticas de fabricação (BPF); b) Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC); e c) BPF Avançado nível EurepGAP.

Segurança de alimentos avícolas e Boas Práticas de Fabricação

As indústrias de alimentação estão crescendo nos últimos anos e, em 2003, o Mapa publicou a Instrução Normativa nº 1, que define os requisitos de Boas Práticas de Fabricação (BPF), atualmente revogada pela Instrução Normativa nº 4 de 23 de fevereiro de 2007. De acordo com esta Instrução, é estabelecido o prazo de 365 dias, após sua publicação, para a entrega, pelos estabelecimentos fabricantes e fracionadores de alimentos para animais, do plano de Boas Práticas de Fabricação, incluindo o manual, atendendo às especificações contidas no Regulamento Técnico sobre as condições higiênic-sanitárias e Roteiro de Inspeção.

Os números prometem ser melhores daqui para frente, com o reconhecimento, pelo Euro-Retail Produce Working Group (Eurep), das normas de segurança de alimentos e responsabilidade social defendidas pelo programa de Boas Práticas de Fabricação do Sindirações, de forma que o Brasil conseguirá manter e valorizar o acesso de seus produtos agrícolas e processados à Comunidade Européia, um dos principais mercados importadores de carnes e alimentos para animais.

Em novembro de 2006, o País conseguiu vitória histórica, pois foi aprovado o processo de reconhecimento da equivalência entre o seu Programa de Boas

Práticas de Fabricação e o EurepGap, protocolo de boas práticas agrícolas da associação europeia de supermercados e varejistas, responsável pela certificação de fazendas produtoras de frutas, café, flores, bovinos, suínos, aves, peixes e alimentos para animais. O protocolo EurepGap é um conjunto de requisitos básicos de boas práticas agrícolas – Good Agricultural Practice (GAP) – que correspondem a padrões globais de segurança alimentar, preservação ambiental, saúde e segurança dos trabalhadores e bem-estar animal.

O programa brasileiro de boas práticas de fabricação é o único do mundo globalizado em alimentação animal a ser reconhecido pelo Eurep e o único no Brasil no que diz respeito à segurança de alimentos. Ele tem como finalidade garantir maior alinhamento com os tópicos e as tendências da produção internacional de alimentos, passando a ser reconhecido como Feed & Food Safety, e compreende três estágios: a) BPF, o antigo BPF-Básico, conjunto de recomendações técnicas que dão base para higiene e sanidade, lançado pelo Sindirações em 2002; b) APPCC, que em breve substituirá o BPF-Avançado, foca a identificação e avaliação dos perigos de contaminação dos alimentos e, assim como o BPF, fiscaliza desde a fabricação do alimento até o produto final; e c) BPF-Avançado Nível EurepGAP, que preenche todos os requisitos exigidos pelo mercado da Comunidade Europeia.

Esse Programa estende seu espaço a todos os segmentos do setor: fabricantes de ingredientes, *premix*, ração, suplementos aditivos, entre outros, destinados à produção de alimentos para animais. Para avaliar a importância do programa de BPF para a produção de alimentos seguros, respeitando a saúde humana, a saúde animal e o meio ambiente, basta observar, na Tabela 2, a produção brasileira de rações, por segmentos, comparada à produção de rações na América Latina (Fig. 1) e os dez maiores produtores mundiais (Fig. 2).

Visão de futuro

A avicultura de corte brasileira poderá continuar a ser a mais competitiva do mundo, caso supere uma série de desafios, como: questões sanitárias, infraestrutura deficiente, uso de sementes transgênicas, atualização tecnológica e abertura de novos mercados.

O crescimento da produção de carne de aves é igualmente um fator de tranquilidade para o Brasil. Três grandes fatores contribuem para que isso aconteça, para que esse crescimento seja explosivo e permita ao Brasil grandes avanços no mundo globalizado: terra disponível, tecnologia tropical de primeira qualidade e mão-de-obra especializada. O País está pronto para seguir crescendo, assegurando posição de destaque no cenário mundial.

Tabela 2. Produção brasileira de rações.

Segmento	Composição (mil toneladas por espécie)					
	2005			2006 (previsão)		
	1º Sem.	2º Sem.	Total	1º Sem.	2º Sem.	Total
Avicultura	13.076,60	13.694,50	26.771,10	12.950,60	14.283,90	27.234,50
Corte	11.138,00	11.718,10	22.856,10	10.934,70	12.149,90	23.084,60
Postura	1.938,60	1.976,40	3.915,00	2.015,90	2.134,00	4.149,90
Suínocultura	5.996,40	6.396,40	12.392,80	6.524,20	6.612,10	13.136,30
Bovinocultura	2.524,60	2.850,60	5.375,20	2.576,20	3.113,70	5.689,90
Leite	1.792,50	2.012,50	3.805,00	1.912,50	2.120,80	4.033,30
Corte	732,10	838,10	1.507,20	663,70	992,90	1.656,60
Pet food	718,10	844,30	1.562,40	832,70	839,60	1.672,30
Equinocultura	147,60	152,40	300,00	147,60	152,40	300,00
Aqüicultura	108,50	118,70	277,20	129,60	142,60	271,70
Peixes	75,50	85,60	161,10	94,30	106,80	201,10
Camarões	33,00	33,10	66,10	35,30	35,30	70,60
Outros segmentos	285,00	295,00	580,00	274,70	284,70	559,40
Total	22.856,80	24.351,90	47.208,70	23.435,60	25.428,50	48.864,10

Fonte: Sindicatos (2006).

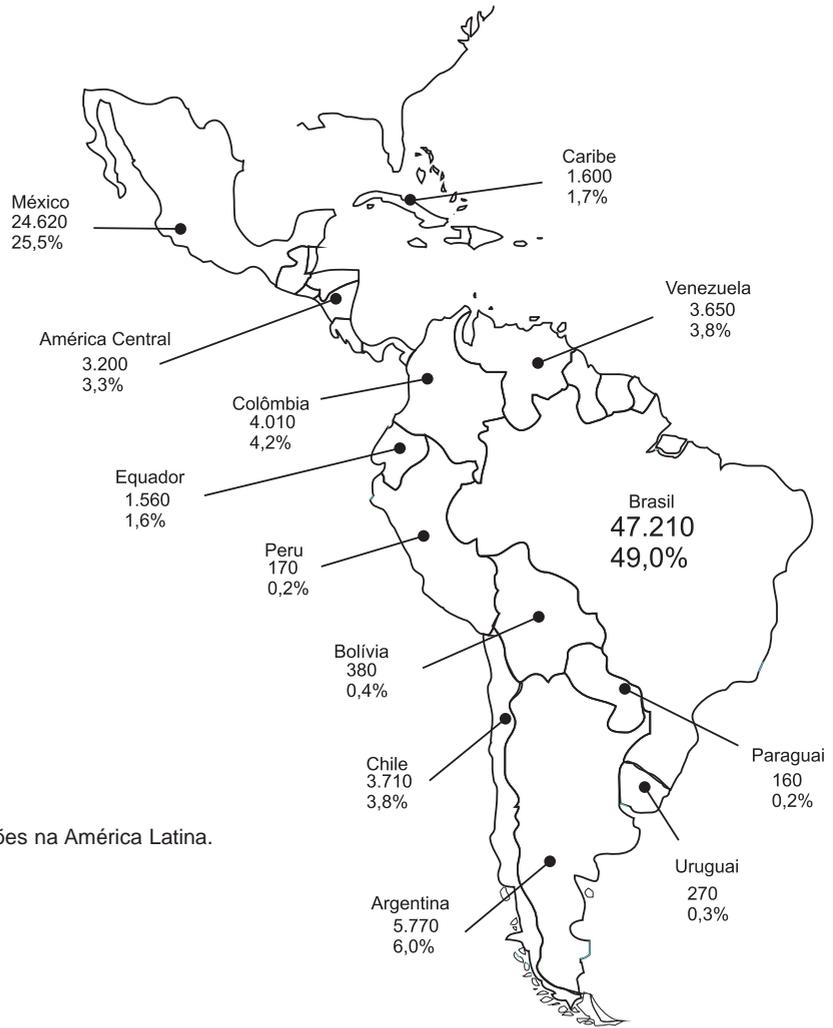


Fig. 1. Produção de rações na América Latina.

Fonte: Sindirações (2006).

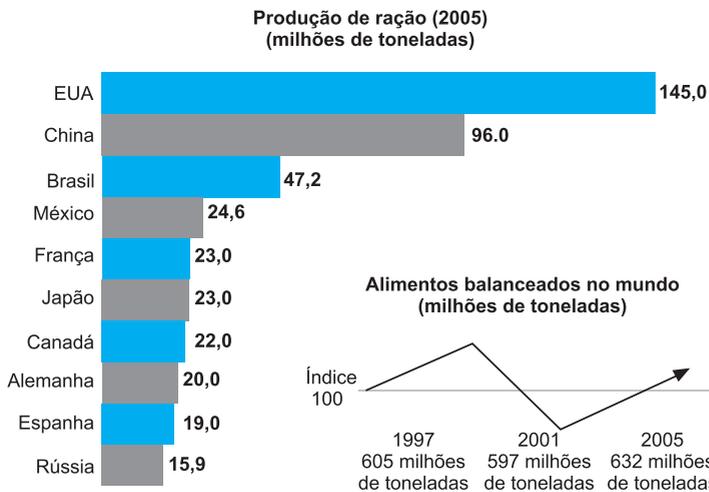


Fig. 2. Produção de rações dos dez principais países.

Fonte: Sindirações (2006).

Todavia, para tanto, fatores restritivos devem ser superados, entre os quais a falta de investimento em tecnologia de defesa sanitária, um dos fatores fundamentais para a melhoria da competitividade moderna da avicultura brasileira. A falta de recursos financeiros inibe esses avanços e cria dificuldades.

O segundo ponto a ser vencido é o sucateamento da infra-estrutura dos mecanismos de logística de transporte e o terceiro diz respeito à necessidade de abertura de novos mercados. Grandes êxitos foram alcançados nesse setor, todavia, questões como a abertura das negociações internacionais na Organização Mundial do Comércio (OMC), na Área de Livre Comércio das Américas (Alca), na União Européia e no Mercado Comum do Sul (Mercosul) devem ser buscadas e resolvidas no menor tempo possível.

Quanto à atualização tecnológica, é importante o acompanhamento dos avanços alcançados na área de transgenia para futuras aplicações no melhoramento avícola, dando total apoio a projetos como o da Embrapa, a fim de serem obtidos produtos de destaque, facilitando o repasse comercial de linhagens. Nesse contexto, pelo alto risco envolvido, é fundamental a obtenção de parceiros, ao mesmo tempo em que devem ser evitadas contenções orçamentárias, restrições para contratação de pessoal e planos de governo com diferentes enfoques em um mesmo mandato ou entre mandatos.

Diante do baixo nível de implementação do programa Food & Feed Safety, para a produção de alimentos seguros, é necessário prover as organizações do segmento de alimentos com financiamentos e mecanismos de implantação de BPF, para atender à Instrução Normativa nº 4 do Mapa, de 23 de fevereiro de 2007, e as recomendações dos manuais publicados pelo Sindirações, pela Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos (Anfal), pela Asbram e pela Embrapa. É importante, também, desenvolver bancos de dados com as questões de BPF para facilitar os processos de auto-avaliação e de auditorias internas e externas, com a finalidade de manter a qualidade dos produtos destinados ao consumo humano, preservando a saúde animal, o bem-estar dos trabalhadores e a proteção ao meio ambiente.

O que acontecerá no futuro depende muito do que se for capaz de fazer.

Referências

- AGROCERES. **História das inovações Agroceres nos últimos 60 anos** Disponível em: http://site.agroceres.com.br/main.jsp?pagina=aemp_historico.htm#. Acesso em: 29 jan. 2008.
- AVISITE. Disponível em <http://www.avisite.com.br/revista/edicoes_anteriores.htm>. Acesso em: 1º dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Balança comercial do agronegócio** – 2007. Brasília, 2008. 15 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Balança Comercial do Agronegócio** – 2007. 15 p. 2008.

SINDIRAÇÕES. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br>>. Acesso em: 1º dez. 2006.

Literatura recomendada

ALVES, N. A. **Implementação da ferramenta “Boas Práticas de Fabricação (BPF)” na produção de alimentos para cães e gatos**. 2003. Tese (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2003.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal** Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. 430p.

CAMPOS, E. J. **Avicultura** – razões, fatos e divergências. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2000.

Capítulo 5

Fatores que contribuíram para a evolução da suinocultura

Dirceu João Duarte Talamini
Gerson Neudí Scheuermann

A história do suíno na Terra iniciou 40 milhões de anos atrás: animal selvagem, que vivia em florestas alimentando-se de pastagens, frutas e pequenos animais. Passou a ser domesticado há cerca de 10 mil anos e, como se adapta aos vários climas, sua produção espalhou-se pelo mundo. No Brasil, os primeiros suínos foram desembarcados em 1532 pelo navegador Martim Afonso de Souza, em São Vicente, litoral paulista e, em 1580, registra-se a presença de grande número de suínos nos estados de São Paulo e Bahia. Assim, praticamente desde o descobrimento do Brasil, esse produto está incorporado à cozinha brasileira (PINHEIRO MACHADO, 1967).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS, 1999), até poucas décadas atrás a criação tinha a finalidade de produzir banha e carne para consumo humano. A banha tinha grande uso na alimentação e conservação dos alimentos, já que o uso da refrigeração ainda era restrito. Com o surgimento dos óleos vegetais, especialmente do óleo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], e a atribuição de que a banha era nociva para a saúde humana, procurou-se desenvolver um suíno com menor quantidade de gordura na carcaça. O sucesso nessa área foi muito grande e os registros mostram que a espessura de toucinho, que era de 60 mm a 70 mm, nos anos de 1960, caiu para 28 mm a 30 mm, na década de 1980 e, no início deste século, para menos de 10 mm.

A suinocultura do Brasil sempre buscou usar o que há de mais moderno no mundo visando obter bons resultados técnicos e econômicos, tendo tido intenso relacionamento técnico e comercial principalmente com os Estados Unidos da América, França, Inglaterra, Itália e Alemanha.

Produção, consumo e comércio mundial da carne suína

Para uma análise da situação da suinocultura no mundo, escolheu-se a base de informações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (United States Department of Agriculture – Usda), que é atualizada e permite a comparação entre os países com a mesma fonte de dados. Para reduzir o efeito de curto prazo, utilizou-se a média de três anos, 2005 e 2006 mais a previsão para 2007. Essa média mostra que a produção de carne suína no mundo se localiza em regiões bem definidas. Mais da metade da produção mundial ocorre na China, cujo valor, somado aos volumes da União Européia dos 25 países, atinge 74,3 milhões de toneladas, ou 75 % da produção mundial de 99,8 milhões de toneladas. Na seqüência, como terceiro e quarto maiores produtores aparecem os Estados Unidos da América e o Brasil, com produções de 9,6 milhões de toneladas e 2,8 milhões de toneladas e uma participação de 9,6 % e 2,8 % na produção total mundial (Fig. 1).

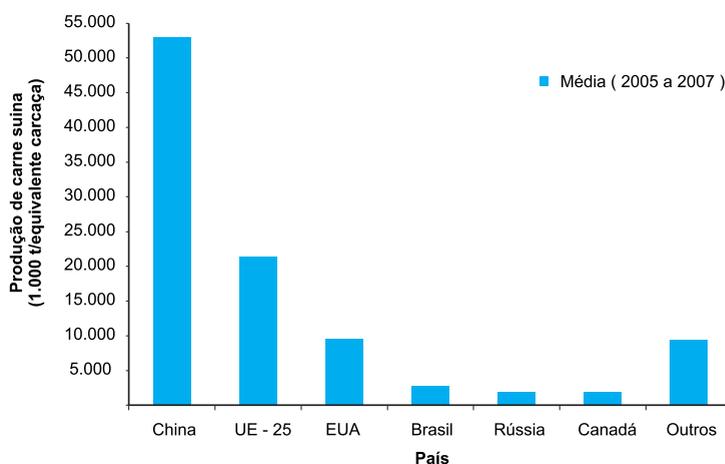


Fig. 1. Principais produtores de carne suína (1.000t/equivalente carcaça).

Fonte: United States Department of Agriculture (2007).

A carne suína é a mais consumida no mundo, responsável por cerca de 50 % do consumo total. Em termos de consumo per capita, de acordo com o Usda, Hong Kong apresenta o valor mais elevado, de 65,6 kg/hab-ano, provavelmente, por ser um grande centro importador e exportador do produto. Na seqüência, aparecem como grandes consumidores dessa carne a União Européia e a China com 43,7 kg/hab-ano e 40 kg/hab-ano, respectivamente. O Brasil não segue o mesmo padrão, apresentando um consumo de somente 11,6 kg/hab-ano, dos quais se estima que 70 % sejam de produtos industrializados e o restante de

carne in natura. Essa situação diferenciada dos demais países decorre da forte concorrência que essa carne enfrenta, em especial da carne de frango, cujo custo de produção é menor e que ainda se beneficia de atributos de carne mais saudável. Em razão das grandes extensões de terra do País, a carne bovina é oferecida a preços relativamente baixos e faz parte do hábito de consumo da população, atingindo um consumo ao redor de 35 kg/hab.ano, quantidade idêntica ao da carne de frango (Fig. 2).

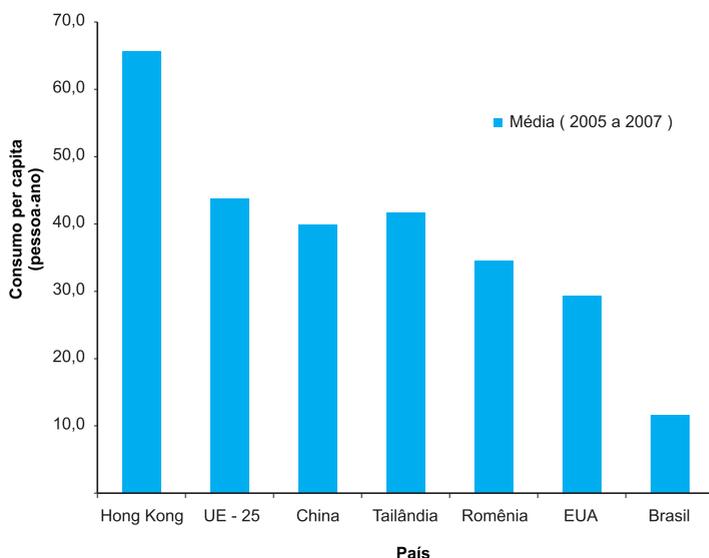


Fig. 2. Países com maior consumo per capita de carne suína (kg/pessoa.ano).

Fonte: United States Department of Agriculture (2007).

O Brasil é um país de grande extensão territorial e é comum a presença de suínos nas propriedades para atender às necessidades de consumo local e regional. A Região Sul conta com numerosa população de procedência europeia, que trouxe dos seus países de origem o hábito de produzir e consumir esse tipo de carne, concentra a produção comercial de suínos e detém 69,5 % dos abates com inspeção federal, estadual e municipal do País. Contudo, nas últimas décadas, visando aproveitar a grande oferta e os preços mais baixos dos ingredientes para ração, a atividade tem se expandido para a Região Centro-Oeste, a qual detinha 6,4 % dos abates em 2000 e já atingiu 11,2 % dos abates inspecionados do Brasil em 2006, como pode ser visto na Tabela 1 e Fig. 3.

No que se refere ao comércio internacional de carnes, a carne suína, apesar de ser a de maior produção mundial, é a que apresenta o menor volume quando comparada com as bovina e de frango. Uma das razões que justificam esse fato é que alguns países, principalmente por motivos religiosos, têm restrição ao consumo da carne suína. A participação de cada carne no total exportado no ano de 2007, em valores e em quantidade, respectivamente, foi de 10,28 % e 9,40 % para a carne suína, 44,35 % e 56,83 % para a carne de aves e de 39,18 % e 27,49 % para a de bovinos (MINISTÉRIO, 2008).

Tabela 1. Suínos abatidos (1.000 cabeças) em 2000, 2003 e 2006 com inspeção federal, estadual e municipal e participação percentual de cada região do Brasil.

Região	2000	%	2003	%	2006	%
Norte	22,5	0,2	16,6	0,1	15,7	0,1
Nordeste	304,1	1,8	372,8	1,6	494,8	2,0
Sudeste	2.403,5	14,6	3.649,3	16,2	4.338,6	17,2
Centro-Oeste	1.059,4	6,4	2.335,5	10,4	2.827,8	11,2
Sul	12.707,8	77,0	16.161,5	71,7	17.527,5	69,5
Brasil	16.497,3	100,0	22.535,7	100,0	25.204,4	100,0

Fonte: IBGE. Disponível em: <<http://www.cidra/ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 fev. 2008.

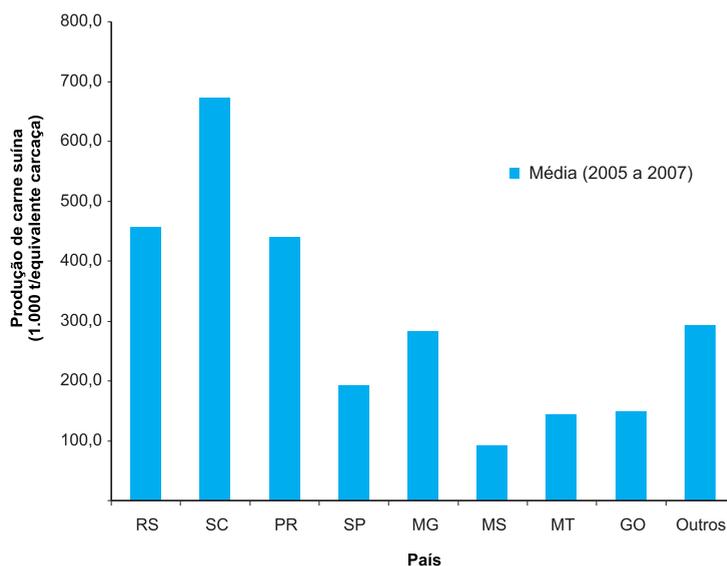


Fig. 3. Principais estados produtores de carne suína (1.000 t/equivalente carcaça).

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (2007).

As importações de carne suína são concentradas em poucos países, e os maiores compradores são o Japão, a Rússia, os Estados Unidos da América e o México, com 1,25 milhão de toneladas, 0,8 milhão de toneladas, 0,46 milhão de toneladas e 0,45 milhão toneladas, respectivamente, que, juntos, são responsáveis por 70 % do total das importações. As exportações também são realizadas por poucos países, dos quais a União Européia, os Estados Unidos da América, o Canadá, o Brasil e a China, com volumes de 1,4 milhão de toneladas, 1,35 milhão de toneladas, 1,1 milhão de toneladas, 0,54 milhão de toneladas e 0,5 milhão de toneladas, respectivamente, respondem por 94 % do total mundial exportado.

O Brasil apresentou grande crescimento das exportações, em especial a partir de 2000, quando exportou 162 mil toneladas, atingindo um pico, em 2005, com 761 mil toneladas e queda para 540 mil toneladas, em 2006, em virtude das

barreiras impostas pela Rússia, principal comprador do produto brasileiro. Em 2005, a Rússia importou 405 mil toneladas de carne suína do Brasil, o que representou 53 % do total exportado. Já em 2006, o volume de carne suína embarcado para a Rússia foi de somente 268 mil toneladas, equivalente a 50 % do total exportado (ABIPECS, 2007). Essa situação indica a grande competição existente no comércio internacional desse produto e a presença de barreiras e subsídios que dificultam o acesso a mercados e distorcem a competitividade real dos países produtores.

Políticas de apoio ao desenvolvimento da suinocultura brasileira

Um marco da suinocultura brasileira foi a criação e início de atuação da entidade representativa da categoria, a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), fundada em 1955, com sede na cidade de Estrela, no Estado do Rio Grande do Sul. Já em 1958, a entidade assinou convênio com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), assumindo a responsabilidade pelo registro genealógico dos suínos, base de dados importante para o melhoramento genético do plantel. A ABCS, auxiliada pelas associações estaduais, teve atuação decisiva na implantação da moderna suinocultura brasileira, desde a organização de exposições até a implantação de estações de avaliação de reprodutores; organização de missões para seleção e importação de reprodutores; e campanhas para popularização do “porco tipo carne”, que continuam até hoje na forma de campanhas de “promoção da carne suína”, as quais visam ampliar o consumo do produto (ABCS, 1999, 2007).

Na linha das políticas governamentais, destaca-se o papel do crédito rural, com início na década de 1960, atingindo o maior volume de valores em meados da década de 1970, e que se manteve por uma década. Esse mecanismo disponibilizou recursos para os criadores melhorarem as construções e equipamentos, adquirirem reprodutores e custearem a produção suína, e também para as indústrias investirem nas estruturas de abate e industrialização (BACEN, 2005).

Na década de 1960, as primeiras indústrias já estavam operando e buscando inovações técnicas e organizacionais em outros países. As missões técnicas e os estágios para treinamento realizados nos Estados Unidos da América possibilitaram a implantação, em Concórdia, Santa Catarina, do chamado modelo de integração para a produção de suínos, idéia que foi adaptada às condições brasileiras (TALAMINI, 1989). Esse sistema estabelece compromissos

entre o produtor e a integradora (em geral, é a indústria) para a produção dos animais, facilitando a coordenação e a transferência de tecnologia, a compra e venda de insumos e dos suínos, a logística e o fluxo de informações entre todos os atores da cadeia, fatores essenciais para a competitividade e crescimento da atividade.

Mais recentemente, em 1975, como parte da política federal de apoio ao desenvolvimento da agropecuária, foi implantado o Centro Nacional de Pesquisa de Suínos, no Município de Concórdia, em Santa Catarina, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), hoje Embrapa Suínos e Aves. O projeto de implantação do Centro apresentava que o objetivo principal do seu programa de pesquisa era

estabelecer uma tecnologia de produção industrial de suínos própria para as condições brasileiras, que permita o aumento da produtividade da suinocultura nacional. Serão metas prioritárias as linhas de pesquisa orientadas para resolver problemas atualmente existentes e que limitam a produção de suínos nas diversas regiões do país, não sendo porém descuidada a pesquisa científica de base, e geradora de novos conhecimentos e de novas técnicas” (Embrapa, 1974, p. 17).

Nessa fase inicial da modernização da suinocultura, essa iniciativa do governo federal atendeu ao anseio do setor e trouxe importante contribuição conforme explicam Bayer e Munhoz, (1976), p. 9:

O setor de produção que caminhou até o momento sem base científica de pesquisa realizada no País, vem atualmente contar com a implantação de um Centro Nacional de Suinocultura, vinculado à Embrapa, que deverá dar prioridade à pesquisa aplicada, merecendo o apoio irrestrito de todas as instituições e áreas ligadas à produção suinícola.

Essa unidade de pesquisa veio somar-se às universidades e a outros institutos no esforço de apoiar a cadeia produtiva com melhores processos e tecnologias.

O Mapa é o responsável legal pelas políticas de governo para a suinocultura brasileira. Várias ações pontuais têm sido desenvolvidas ao longo do tempo em assuntos variados. Após a ocorrência da peste suína africana (“*African swine fever*”, ASF) em 1978 e com a intensificação da produção, aspectos ligados à sanidade suína passaram a ter crescente importância. O Ministério criou comissões com a participação de representantes de entidades públicas e privadas, que funcionaram por longo período, precursoras do Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), oficializado pelo Mapa em 2004 com o objetivo de preservar a sanidade do rebanho suídeo brasileiro. O PNSS visa às seguintes ações: a) erradicação da peste suína clássica (“*Classic swine fever*”, CSF) do território nacional; b) reconhecimento e manutenção de zonas

livres de doenças no Brasil; c) certificação e monitoramento de Granja de Reprodutores Suídeos Certificada (GRSC); e d) execução do Programa Nacional de Controle da doença-de-Aujeszky (DA). Esse programa tem contribuído para a coordenação e a estruturação das ações dos estados produtores de suínos e a conseqüente melhoria da sanidade do rebanho, facilitando a manutenção e o acesso a novos e mais exigentes países importadores da carne e de produtos da suinocultura brasileira.

Contribuição da ciência e da tecnologia

A suinocultura tem apresentado, em âmbito mundial, clara tendência à concentração e especialização, caracterizando-se pela produção cada vez mais eficiente, realizada por número decrescente de produtores. Essa tendência ocorre por causa da necessidade de conciliar a redução dos custos de produção com o aumento das receitas, o que implica o uso dos melhores processos produtivos. Nesse contexto, é grande o interesse da cadeia produtiva por técnicas que viabilizem a produção com eficiência técnica e econômica e evitem problemas sanitários com risco aos consumidores ou que se tornem barreiras ao comércio, que reduzam o impacto dos resíduos da criação no meio ambiente e que atendam aos requisitos de bem-estar dos animais.

O Brasil, nas últimas quatro décadas, apresentou considerável crescimento das ações de pesquisa e desenvolvimento na suinocultura, conseqüência da inclusão do tema entre as disciplinas das universidades e da atuação de instituições de pesquisa como a Embrapa Suínos e Aves e das Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária. As empresas privadas também, nas décadas recentes, criaram estruturas dedicadas à pesquisa e à tecnologia, com relevante contribuição nessa área. No geral, as pesquisas em suinocultura no Brasil apresentam menor concentração em pesquisa básica ou na geração de novos insumos do que as realizadas nos países desenvolvidos. Contudo, foram obtidos importantes avanços, especialmente na adaptação e internalização dos produtos e conhecimentos gerados no exterior, possibilitando que a cadeia produtiva de suínos incorporasse conhecimentos e tecnologias importantes para a sua eficiência e competitividade.

Não é fácil mensurar de forma objetiva e isolada a contribuição que o investimento em pesquisa tem sobre a melhoria da cadeia produtiva. Entretanto, um exercício dessa natureza foi feito por Pinheiro et al. (2001) com base em dados da Embrapa Suínos e Aves, comparando o efeito agregado dos conhecimentos gerados em dois períodos distintos. Foi estimada uma

função de produção com dados experimentais dos anos de 1983 e 2000. Tal função permite incorporar, em cada momento, as melhores técnicas conhecidas nas diversas áreas para a produção de suínos. Conforme exposto na Fig. 4, observa-se que, entre 1983 e 2000, houve ganho de 12 kg na quantidade de carne e redução de 238 kg para 198 kg no consumo de ração nas fases de crescimento e terminação até os 100 kg de peso vivo. O período de criação foi reduzido em 10 dias, permitindo economia de mão-de-obra e de uso das instalações. Além disso, foi estimado em 5 % o acréscimo de carne nas carcaças, as quais passam a ter maior valor de mercado. Esses resultados mostram com clareza o efeito positivo da geração e utilização da tecnologia.

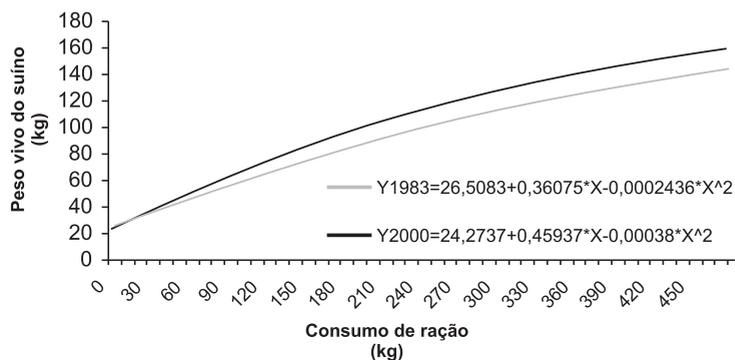


Fig. 4. Relação entre peso do suíno e consumo de ração em dois períodos distintos (1983 e 2000).

Fonte: Pinheiro et al. (2001).

São analisadas, a seguir, as principais áreas relacionadas à suinocultura iniciando-se pela genética, pois a produtividade depende, em grande parte, dos avanços obtidos no potencial genético dos animais.

Base genética da suinocultura brasileira

Na fase inicial da produção comercial de suínos no Brasil, visando acelerar a sua modernização, buscou-se a importação de material genético, que era multiplicado em pequenas granjas especializadas na produção de raças puras para posterior comercialização. Ocorreu também uma mudança no foco da atividade, conseqüência do crescimento da demanda por gordura vegetal em detrimento da animal, induzindo a busca de suínos especializados na produção de carne em vez de gordura. Esse foi um marco importante na suinocultura, representando novo paradigma. Mais tarde, verificaram-se os benefícios dos suínos híbridos ou cruzados, especializados na produção de carne, quando grupos nacionais e estrangeiros criaram empresas especializadas para desenvolver esse tipo de animal e passaram a atuar nesse mercado. Assim, a

participação da iniciativa privada tem sido importante tanto no desenvolvimento de conhecimentos como na produção de material genético per se.

A maioria dos programas de melhoramento atua com a visão de atender ao mercado mundial e é organizada em diferentes estruturas e etapas. A primeira é representada pelas chamadas granjas-núcleo, onde os animais das linhas de bisavós, geralmente puras, são selecionados para reposição própria e para produção das avós destinadas aos multiplicadores. A seguinte é a dos multiplicadores desse material, realizado em outra granja, em geral de terceiros e em sistema de parceria, onde são produzidas as matrizes que serão repassadas aos criadores comerciais de suínos, terceira etapa do processo. Uma visão evolutiva das metodologias utilizadas na seleção genética de suínos é encontrada em Pereira (2000).

No Brasil, é parte da história da suinocultura a criação, em 1977, da Agroceres PIC, joint venture entre a empresa brasileira Agroceres e a Pig Improvement Company (PIC), companhia inglesa e uma das líderes em genética de suínos no mundo, quando foi trazido, para o Brasil, o primeiro núcleo genético para suínos tipo carne. Estima-se que nos anos recentes mais de 40 % da carne suína produzida nas granjas tecnificadas brasileiras, ou mais de 13 milhões dos suínos abatidos, originaram-se de matrizes e reprodutores Agroceres PIC. Recentemente, a empresa incluiu em seu programa a tecnologia de marcadores genéticos, visando obter vantagens no tamanho das leitegadas, na eficiência alimentar e no rendimento de carne magra (AGROCERES, 2007).

Outras empresas como Dalland (Topigs), Danbred, Geneticporc, Pen Ar Lan e Suinosul atuam no País e buscam seu espaço no mercado, assim como inúmeras granjas de proprietários individuais, conforme apresentado no relatório da ABCS (2006). Algumas indústrias com forte produção própria e sistemas integrados de produção de suínos, como a Sadia S.A., desenvolvem programas de genética para atender prioritariamente às suas necessidades de reprodutores suínos.

Na área pública, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um programa específico para a geração de uma linha macho sintética, cujo primeiro produto, o 'Embrapa MS 58', foi apresentado ao mercado em 1996 e, mais tarde, no ano de 2000, foi apresentado o 'Embrapa MS 60' (Fig. 5). Tais linhas foram utilizadas como única fonte de reprodutores machos pela Cooperativa Central Oeste Catarinense, chegando a produzir cerca de 1,5 milhão de suínos para o abate no ano de 2000 (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2002). Outros multiplicadores desse material também atuam no Brasil, os quais recebem as bisavós da Embrapa e comercializam o produto aos criadores de suínos, sendo mais uma opção de genética de qualidade e de preço mais baixo.

Foto: Anelise Sulzbach



Fig. 5. Macho reprodutor 'Embrapa MS-60'.

É importante salientar que o material genético de suínos no Brasil equiparase aos melhores existentes nos demais países produtores e os programas de melhoramento já empregam técnicas de biologia molecular em apoio à genética quantitativa tradicional, como mencionado anteriormente.

Nutrição de suínos

Outra área de grande impacto na produção de suínos é a nutrição, pois a alimentação dos animais representa em torno de 70 % do custo de produção. Assim, é correto afirmar que o desenvolvimento da suinocultura deve muito aos avanços dos conhecimentos obtidos nesse tema. No início do século 20, reconheceu-se que uma dieta não deveria estar baseada somente em carboidratos, gordura, proteína e alguns minerais. Surgia, assim, a descoberta das vitaminas, que teve seu ápice nas décadas de 1930 e 1940 (McDOWELL, 1989). Também nessa época ocorreu a identificação da função metabólica de vários microminerais (McDOWELL, 1992). Essas descobertas elucidaram a questão dos “fatores não identificados de crescimento” e foram rapidamente adotadas pelos nutricionistas, de forma que as vitaminas e os microminerais, hoje disponíveis comercialmente, são componentes indispensáveis das dietas e possibilitam o balanceamento de rações utilizando exclusivamente ingredientes de origem vegetal.

Uma importante contribuição da pesquisa brasileira em nutrição de suínos foi a determinação da composição dos alimentos disponíveis regionalmente para a elaboração da ração desses animais. Com base nesses trabalhos, foram elaboradas as Tabelas Nacionais de Composição de Alimentos, como a da

Embrapa (1983) e a da Universidade Federal de Viçosa (ROSTAGNO et al., 2005). As tabelas possibilitam ao nutricionista de suínos formular as dietas com dados de composição mais próximos dos valores reais dos alimentos, o que antes era feito exclusivamente com base nas tabelas estrangeiras, como o National Research Council (NRC) (1998). A Tabela da UFV contempla também as exigências nutricionais dos suínos. Tais exigências são fruto de grande número de pesquisas realizadas no Brasil. Em razão da dinâmica no potencial genético dos animais para ganho de peso, conversão alimentar e taxa de deposição de carne magra, consequência do contínuo trabalho de melhoramento genético, a exigência nutricional dos suínos também é variável e requer ajustes periódicos na composição nutricional das dietas.

Diante da crescente restrição dos consumidores ao uso de antibióticos na ração animal, a pesquisa brasileira está buscando alternativas a esses produtos. Uma das opções em expansão no Brasil é a utilização de enzimas exógenas, as quais possibilitem melhor aproveitamento dos nutrientes e redução do poder poluente dos dejetos. Existem diferentes tipos de enzimas exógenas, com ação na remoção ou hidrólise de fatores antinutricionais, no aumento da digestibilidade dos nutrientes existentes e na hidrólise de polissacarídeos não amiláceos solúveis (ROSA; UTPATEL, 2007). A contribuição desses aditivos pode ser exemplificada pelo uso da enzima fitase na ração de suínos que, na fase de crescimento–terminação, reduz em até 69 % a quantidade de fósforo excretado (LUDKE et al., 2001). Uma alternativa está nos produtos bioativos de origem vegetal. Nessa linha, estão em execução, na Embrapa, pesquisas visando, além de avaliar as alternativas comerciais já disponíveis, desenvolver fórmulas viáveis de óleos essenciais e extratos de plantas a partir da grande biodiversidade da flora brasileira (CUNHA; SCHEUERMANN, 2005; SCHEUERMANN, 2006). Além disso, a avaliação de outros aditivos como ácidos orgânicos (FREITAS et al., 2006) e probióticos (HUAYNATE et al., 2006) tem sido feita por diversas instituições brasileiras de pesquisa.

Outros exemplos ilustram a trajetória da ciência e da tecnologia brasileira. A Embrapa Suínos e Aves tem tido forte atuação nas áreas de pesquisa relacionadas à sanidade animal, desenvolvendo ações que visam à identificação e ao controle de doenças de importância econômica, que apresentem riscos ao consumidor ou originem barreiras ao comércio. Entre as pesquisas realizadas, uma que causou grande impacto na suinocultura foi a que permitiu o desenvolvimento da primeira vacina brasileira contra a rinite-atrôfica (*Pasteurella multocida* tipo D e *Bordetella bronchiseptica*), fato importante para o controle da doença no Brasil (BRITO et al., 1983).

Outra ação que merece destaque foi a série de estudos realizada para identificar os fatores de risco envolvidos com a ocorrência de problemas

sanitários complexos em todas as fases de produção de suínos e o desenvolvimento de proposições para evitá-los ou atenuá-los, e assim reduzir o uso de antimicrobianos (MORES, 1995). Contribuições significativas foram dadas para a elaboração e execução do programa de erradicação da doença-de-Aujeszky, que envolveu, numa cooperação técnica e financeira, representantes do governo, da indústria e dos criadores. Como o programa atingiu seus objetivos, tornou-se modelo que pode ser aplicado em outras regiões que possuam a doença (MORES, et al., 2005; ZANELLA, 1999).

O domínio, o aperfeiçoamento e a difusão das técnicas de inseminação artificial foram contribuições relevantes para a melhoria da produção dos suínos. A inseminação artificial foi introduzida no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina em 1975, porém, até 1989, o percentual de matrizes suínas inseminadas no plantel tecnificado brasileiro não ultrapassava 3 %. Após o domínio da técnica, a melhoria dos resultados, a redução do custo da dose e o estímulo advindo do aumento do tamanho dos plantéis, seu uso foi incrementado, atingindo, em 2000, a inseminação de, aproximadamente, 660 mil matrizes, 51 % das matrizes alojadas nos plantéis tecnificados do País (WENTZ et al., 1998; SILVEIRA et al., 1986).

As instalações em uso pela suinocultura foram estudadas e protótipos mais adequados às condições tropicais e subtropicais foram desenvolvidos (PERDOMO, 1984; PERDOMO, 1995). As instalações têm importância no sucesso da atividade, pois afetam o bem-estar dos animais, influem no manejo dos dejetos, no uso da mão-de-obra e, conseqüentemente, no custo de produção, tanto pelo lado do valor investido como dos custos operacionais.

À medida que o tamanho das criações aumentou, surgiu novo problema, o do manejo, tratamento e disposição dos dejetos das criações sem afetar de forma negativa o ambiente. As soluções dependem e são influenciadas pelas características da região onde a produção ocorre. Diversas alternativas foram estudadas, procurando aproveitar o potencial fertilizante ou de geração de energia do efluente. As alternativas de tratamento variam desde as mais simples, como as esterqueiras, até as mais complexas e que exigem maior investimento, como as estações de tratamento (PERDOMO et al., 2003; OLIVEIRA, 2006). Mais recentemente, com a utilização de biodigestores (Fig. 6), os dejetos tornaram-se fonte de captação de recursos pela venda de créditos de carbono e também de geração de energia.

Esses são alguns dos inúmeros exemplos de resultados importantes para o desenvolvimento da suinocultura, que ilustram a contribuição das instituições ligadas à ciência e à tecnologia no Brasil. Para cumprir esse papel, outros produtos e serviços, igualmente relevantes, são gerados, por exemplo: a

Foto: Dirceu João Duarte Talamini



Fig. 6. Biodigestor: produção de gás a partir dos dejetos suínos.

formação de mão-de-obra em diferentes níveis e especialidades e a operação de laboratórios de diagnóstico de doenças e de análises físico-químicas, bem como de outros, que auxiliam na manutenção da competitividade da cadeia produtiva. Contudo, está fora do escopo deste texto a apresentação detalhada de todos eles.

Considerações finais

Observou-se, a partir da metade do século 20, a participação de instituições públicas e privadas viabilizando significativos avanços tecnológicos em praticamente todas as áreas de pesquisa relacionadas à cadeia produtiva dos suínos no Brasil. Resultados importantes foram obtidos na área de genética, com a internalização de linhagens puras e a realização de programas de seleção de grande escala para o desenvolvimento de linhagens especializadas na produção de carne. Avanços também foram obtidos no uso de dietas balanceadas, as quais se baseiam em estudos sobre alimentos regionais e nas exigências nutricionais das linhagens modernas.

A suinocultura industrial intensiva também contou com a incorporação dos avanços na prevenção e controle das enfermidades, em construções e equipamentos, bem como na modernização das plantas de abate e processamento. Além disso, o crescimento da suinocultura é consequência de planejamento estratégico bem-feito, da implantação de logística inteligente e, por fim, da administração ou gerenciamento competente de todos os elos da cadeia.

Como resultado do uso da tecnologia moderna e do incremento da produção, observa-se a queda de preços ao consumidor e maior consumo per capita da população. Os desafios para o futuro próximo consistem na ampliação do

mercado consumidor interno e externo, assim como na implantação, em âmbito nacional, de medidas que minimizem os riscos sanitários e o impacto ambiental do sistema produtivo.

Pode-se concluir, portanto, afirmando que a tecnologia, os conhecimentos e a experiência brasileira na produção de suínos podem ser aplicados em outros países com condições naturais e de recursos semelhantes, visando ao desenvolvimento dessa cadeia produtiva importante para gerar empregos, renda e alimento para a população.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Suinocultura 500 anos**. Estrela: ABCS, 1999. 44 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório do registro genealógico e provas zootécnicas de suínos** Estrela: ABCS, 2006. 38 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. Disponível em: <<http://www.abcs.com.br>>. Acesso em: 26 mar. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 28 mar. 2007.
- AGROCERES. **Melhoramento genético: tecnologia**. Disponível em: <<http://www.agroceres.com.br>>. Acesso em: 24 maio 2007.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário estatístico do crédito rural 2005** Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br/?RELRURAL2005>>. Acesso em: 23 mar. 2007.
- BAYER, L. C. G.; MUNHOZ, I. R. A suinocultura brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SUINOCULTURA E FRUTICULTURA, 1., 1976, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1976. 25 p.
- BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P.; MORES, N.; PIFFER, I. A. Atrophic rhinitis of swine: effect of vaccination against Bordetella bronchiseptica in piglets challenged at an early age. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 41-44, 1983.
- CUNHA JÚNIOR, A.; SCHEUERMANN, G. N. Perspectivas para a utilização de produtos de origem vegetal como aditivos alternativos na alimentação animal. In: AVE EXPO AMÉRICA, 2005, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São Paulo: Animal World 2005. p. 166-174.
- EMBRAPA. **Projeto de implantação do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos** Brasília, DF: Embrapa, 1974. 53 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1983. 23 p.
- EMBRAPA. Embrapa Suínos e Aves. **Síntese de atividades 2000-2001**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002, 150 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 73).
- FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F. D.; CARNEIRO, J. C.; CORASSA, A.; PENA, S. M.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1711-1711. 2006. Suplemento.
- HUAYNATE, R. A. R.; TOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; FRAGA, A. L.; SCANDOLERA, A. J.; BUDIÑO, F. E. L. Uso de probiótico em dietas de suínos: incidência de diarreia, desempenho

zootécnico e digestibilidade de rações. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, p. 664-673, 2006.

LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; LÓPEZ, J. **Fitase em dietas para suínos e seus efeitos sobre a redução da poluição ambiental** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 38 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 68).

McDOWELL, L. R. **Vitamins in animal nutrition**: comparative aspects to human nutrition. San Diego: Academic Press, 1989. 485 p.

McDOWELL, L. R. **Mineral in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. 524 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Balança Comercial do Agronegócio – 2007**. 15 p. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 10 jan. 2008.

MORÉS, N. Ecopatologia das doenças entéricas dos suínos na maternidade e creche. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, I., 1995, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CTC/Ital. p. 55-63.

MORÉS, N.; AMARAL, A. L. do.; VENTURA, L.; ZANELLA, J. R. C.; SILVA, V. S. **Programa de erradicação da doença-de-Aujeszky no estado de Santa Catarina**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 8 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 44).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington, D.C: National Academy of Science, 1998. 190 p.

OLIVEIRA, P. A. V. (Ed.). **Gestão ambiental de propriedades suinícolas: experiência do projeto Suinocultura Santa Catarina – PNMA II**. Florianópolis: Fatma; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

PERDOMO, C. C. **Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos na fase de maternidade** Porto Alegre, 1995. 239 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PERDOMO, C. C. **Análise dos diversos tipos de construções para suínos, utilizadas no Sul do Brasil**. Porto Alegre, 1984. 124 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 85).

PEREIRA, F. A. Melhoramento genético de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. p. 9-15.

PINHEIRO, A. A. C.; SANTOS FILHO, J. I. dos.; TALAMINI, D. J. D. ; GIROTTO, A. F. **Percepção do progresso tecnológico da avicultura e suinocultura brasileira** estimativa da contribuição da Embrapa Suínos e Aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 50 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 72).

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Os suínos**. Porto Alegre: A Granja, 1967. 622 p.

ROSA, A. P.; UTTAPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 8., 2007, Chapecó, SC. **Anais...** Chapecó, SC, 2007. p. 102-115.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV / DZO, 2005. 186 p.

SCHEUERMANN, G. N. Improved performance through botanicals under hot climate. In: DELACON PERFORMING NATURE SYMPOSIUM, 2006, Viena-Áustria. **Lectures and Posters**. Delacom Phytogetic Feed Additives, Viena, 2006. p. 33-39.

SILVEIRA, P. R. S. da; MUNARI, J. L. P.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I. Comparação entre monta natural e inseminação artificial em suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 311-316, 1986.

TALAMINI, D. J. D. **An analytic review of the pig and poultry industries in Brazil and of the pattern of international trade** Oxford, 1989. 363 p. Tese (Doutorado) – Oxford University.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and poultry: World markets and trade**. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2007/livestock_poultry_04-2007.pdf>. Acesso em: 22 maio 2007.

WENTZ, I. Inseminação artificial em suínos. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C. (Ed.). **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. Cap. 10, p. 209-220. 388 p.

ZANELLA, J. R. C.; MORES, N.; DAMBROS, R. M. F.; MARQUES, J. L. L.; SILVA, R. A. M. S.; SANDRIN, A. Situação atual da ocorrência do vírus da doença-de-Aujeszky em plantéis de suínos do Estado de Santa Catarina e propostas de erradicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Concórdia : Embrapa-CNPSA, 1999. p. 233-234.

Capítulo 6

Produção de caprinos e ovinos deslançados

Eneas Reis Leite

O Brasil possui grande potencial para a exploração econômica de pequenos ruminantes domésticos, mercê das condições favoráveis para a produção de carne, leite e de seus derivados, além de calçados e vestuário oriundos das peles. Todos esses produtos podem ser disponibilizados para suprir as demandas internas e gerar excedentes exportáveis. As condições ambientais propícias, aliadas à ampla disponibilidade de terras, principalmente nas fronteiras em expansão nas regiões Norte e Centro-Oeste, possibilitam custos de produção relativamente baixos. Entretanto, os sistemas de produção vigentes, em quase a sua totalidade, representam um retrato dos baixos níveis de organização das cadeias produtivas, com reflexos nos índices de produtividade, na qualidade dos produtos e na falta de regularidade na oferta. Conseqüentemente, o agronegócio ainda apresenta baixas competitividade e economicidade.

A partir da década de 1980, a caprinocultura e a ovinocultura passaram a ganhar importância no processo de desenvolvimento da pecuária brasileira, especialmente nos estados do Nordeste, do Sudeste e no Rio Grande do Sul. Mais recentemente, a ovinocultura de corte expandiu-se de forma expressiva para o Centro-Oeste. Assim, tem sido possibilitado o provimento de novas fontes de alimentos para a crescente população urbana, além de ter sido incrementada a oferta de matéria-prima às indústrias couro-calçadista e de vestuário.

Apesar das melhorias observadas, o alcance do pleno potencial produtivo dos caprinos e ovinos tem sido limitado pela ausência ou inadequação de políticas para que o setor possa enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades favoráveis ao desenvolvimento sustentável da atividade. O País ainda tem pouca competitividade no mercado internacional, além de apresentar dificuldades para suprir as atuais demandas internas sem recorrer a contínuas importações de matéria-prima, especialmente de peles, para manter o pleno funcionamento do seu parque industrial. Essa situação é decorrente de uma série de fatores, entre os quais se incluem a expressiva

parcela de unidades produtivas com a completa ausência de organização e gestão em moldes empresariais, a assistência técnica deficiente e precária infra-estrutura de transporte, de insumos e de produtos.

Como reflexo de alguns programas governamentais e do crescente interesse dos produtores, a caprinocultura e a ovinocultura no Brasil já apresentam melhoras nos seus índices produtivos. Graças à adoção de novas tecnologias e à expansão em todas as regiões, tem sido possível a exploração mais racional do potencial genético dos rebanhos e, com isso, o aumento da oferta de produtos derivados das duas espécies. Comprova-se, assim, o elevado potencial para o crescimento do agronegócio dos pequenos ruminantes no País, embora suas atuais demandas indiquem a necessidade de apoio mais intenso, para tornar essa atividade mais representativa no âmbito da pecuária nacional.

Não obstante o quadro atual, questões relevantes já estão sendo equacionadas pelas instituições públicas e privadas que atuam no setor. A empresa rural, de grande porte ou explorada na ótica da agricultura familiar, tende a sair do modelo tradicional, em geral extrativista, para modelos que lhe permitam a plena inserção no mercado. Se até recentemente as vantagens comparativas apoiavam-se na grande disponibilidade de recursos naturais e de mão-de-obra barata, presentemente a aplicação de novos conhecimentos científicos e tecnológicos tem propiciado o surgimento de modernos conceitos mercadológicos que já começam a ser incorporados pelas unidades produtivas de pequenos ruminantes.

Principais inovações

Até há poucas décadas, os resultados de pesquisa sobre pequenos ruminantes de corte eram raros no Brasil, especialmente no Nordeste, apesar de nessa Região serem encontrados mais de 90 % do efetivo caprino e acima de 50 % dos ovinos deslanados do País (ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA, 2005). De modo geral, as poucas investigações eram conduzidas de forma dispersa e fragmentada, e os pesquisadores trabalhavam em relativo isolamento uns dos outros (OLIVEIRA; JOHNSON, 1989; SOUZA NETO; FIGUEIREDO, 1990).

O estabelecimento do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (Embrapa Caprinos), Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1975, foi importante passo para organizar a

pesquisa no Brasil, congregando parcerias com universidades e institutos estaduais. Desde então, muita pesquisa tem sido desenvolvida, gerando conhecimentos que, aplicados nas unidades produtivas, têm contribuído para mudar a face da produção caprina e ovina (SIMPLÍCIO et al., 2003a). Entretanto, a adoção das inovações tecnológicas em larga escala depara-se com problemas estruturais como a precária assistência técnica, a carência de crédito compatível com a atividade, além da desorganização das cadeias produtivas (LEITE, 2005; MEDEIROS; COSTA, 2005).

Apesar dos percalços, muitas inovações tecnológicas já são adotadas no âmbito das propriedades rurais e das agroindústrias, gerando resultados que, paulatinamente, vão incrementando a importância da caprinocultura e da ovinocultura deslanada no cenário do agronegócio pecuário no Brasil. As inovações mais expressivas ocorridas, resultantes da geração e da adaptação de tecnologias e processos desenvolvidos pelos diversos atores envolvidos com as atividades em apreço englobam: a manipulação e o manejo da Caatinga para fins pastoris; bancos de proteínas; terminação de cordeiros em confinamento; terminação de cordeiros e cabritos em pastagem cultivada; uso de resíduos do caju (*Anacardium occidentale* L.) na terminação de ovinos; manejo reprodutivo de caprinos e ovinos; indução e sincronização do estro; biotecnologias de embriões; aspectos sanitários; programa de melhoramento genético; processamento de carnes de caprinos e ovinos; e derivados do leite de cabra.

Manipulação e manejo da Caatinga para fins pastoris

A degradação das pastagens nativas está presente em todo o Semi-Árido do Nordeste (ARAÚJO FILHO et al., 2006). Da verificação do comportamento do ecossistema e das observações empíricas dos processos de sucessão secundária da vegetação, foram desenvolvidos trabalhos objetivando estabilizar a sucessão secundária em estádios que apresentassem, no médio e longo prazos, maior produção de forragem para as diferentes espécies de ruminantes domésticos.

A manipulação da vegetação consiste na modificação induzida pelo homem na cobertura florística de uma área, objetivando aumentar a produção e a disponibilidade de forragem tanto no estrato arbustivo-arbóreo quanto no herbáceo. Em seu estado natural (Fig. 1), a Caatinga apresenta produção de forragem que corresponde a, aproximadamente, 7 % do total de fitomassa

produzida, resultando, portanto, em índices muito baixos de capacidade de suporte. Assim, são necessários de 1,3 ha a 1,5 ha para a manutenção de um ovino ou um caprino durante o ano. A produção anual de peso vivo animal por hectare varia de 10 kg a 20 kg em anos de pluviosidade normal, já tendo sido verificados decréscimos de até 70 % na produção animal durante anos de seca. Esses valores mostram ser economicamente inviável a atividade pastoril na Caatinga natural, sem modificações em sua cobertura florística (ARAÚJO FILHO et al., 1994).

Foto: João Ambrósio de Araújo Filho



Fig. 1. Vegetação da Caatinga em seu estado natural, no período seco.

A manipulação da vegetação consiste no controle seletivo de árvores e arbustos, visando ao aumento da disponibilidade e à melhoria da qualidade da forragem. A escolha do tipo de manipulação depende, principalmente, do potencial da área em termos de resposta técnica e econômica e da espécie animal que se deseja criar. Assim, muitos sítios ecológicos não respondem à manipulação com o aumento de forragem, quer por já serem naturalmente abertos, quer por não possuírem um banco de sementes de espécies herbáceas forrageiras. Portanto, é fundamental o conhecimento prévio do histórico da área, baseado em dados de pesquisa ou em observações locais, para que seja possível selecionar o método de manejo adequado. As práticas mais comuns de manipulação são o rebaixamento, o raleamento e o enriquecimento (ARAÚJO FILHO et al., 1999).

Consta o rebaixamento da brota de espécies lenhosas, com o objetivo de aumentar a disponibilidade da forragem de árvores e arbustos, melhorar sua qualidade bromatológica e estender a produção de folhagem verde por mais tempo no período seco. Com a redução do sombreamento pelas copas de árvores e arbustos, observa-se significativo incremento na produção de fitomassa pelo estrato herbáceo. Resultados de pesquisa (ARAÚJO FILHO et al., 1999)

indicam que em torno de 40 % da fitomassa do sistema advém do estrato herbáceo e 60 % do estrato arbustivo-arbóreo. Em termos de capacidade de suporte, na Caatinga rebaixada é necessário de 0,5 ha a 0,7 ha para manter um caprino adulto durante um ano, ao passo que para uma cabeça de ovino é necessária uma área de 1,0 ha a 1,5 ha. Portanto, essa alternativa é mais apropriada para o manejo com caprinos (ARAÚJO FILHO et al., 1999).

O raleamento da vegetação lenhosa consiste no controle seletivo de espécies com o objetivo de, reduzindo em até 70 % o sombreamento e a densidade de árvores e arbustos indesejáveis, obter incremento na produção de fitomassa do estrato herbáceo (Fig. 2). Essa alternativa presta-se melhor à criação de ovinos, uma vez que a capacidade de suporte para essa espécie é em torno de 0,5 ha/cabeça-ano, ao passo que para caprinos ela atinge 1,0 ha/cabeça-ano (ARAÚJO FILHO et al., 1999).

Foto: João Ambrósio de Araújo Filho



Fig. 2. Caatinga raleada, com intensa produção de forrageiras herbáceas.

O enriquecimento é recomendado para áreas onde o uso indiscriminado das práticas agrícolas e o superpasteoreio já provocaram um adiantado estado de degradação da Caatinga, que perdeu a composição florística que lhe é peculiar. Nessas condições, a produção de forragem só poderia ser incrementada pela introdução de forrageiras nativas ou exóticas adaptadas às condições do sítio ecológico (ARAÚJO FILHO et al., 1999). O enriquecimento pode ser feito ao nível do estrato herbáceo ou do lenhoso. No primeiro caso, gramíneas, como algumas cultivares dos gêneros *Cenchrus*, *Panicum* e *Cynodon*, e leguminosas como a cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e a erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis* Kunth), têm sido consideradas as melhores opções. Tratando-se de plantas lenhosas, o sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), o mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] e a leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.] são as mais indicadas (LEITE; VASCONCELOS, 2000).

Bancos de proteína

O banco de proteína consiste de pequenas áreas cultivadas com leguminosas forrageiras, podendo ser utilizadas tanto espécies arbustivas quanto arbóreas. Tem sido adotado em diversos ecossistemas no Brasil, especialmente no Semi-Árido do Nordeste (SOUSA, 1999), no Cerrado no Centro-Oeste (ZOBY et al., 1985), no Meio-Norte (CARVALHO et al., 2000) e na Amazônia (COSTA et al., 2000). A leucena tem sido a espécie mais utilizada em razão de sua alta capacidade de produção, além da boa adaptabilidade a diferentes condições climáticas e edáficas (Fig. 3).

Foto: Eneas Reis Leite



Fig. 3. Área cultivada com leucena (*Leucaena leucocephala*), para utilização como banco de proteína no Nordeste brasileiro.

Em geral, os bancos de proteína são implantados em áreas anexas a pastagens nativas ou cultivadas. São utilizados em períodos de pastejo de uma a duas horas diárias para a complementação das necessidades protéicas dos animais, especialmente nas épocas críticas (ARAÚJO FILHO et al., 1990).

Terminação de cordeiros em confinamento

O processo de terminação de cordeiros em confinamento permite a produção de animais prontos para o abate em épocas de maior carência alimentar, quando ocorre queda na qualidade e na quantidade de forragens nas pastagens. É um processo que vem sendo empregado em todas as regiões do País, especialmente quando se dispõe de pequenas áreas, mas com bom potencial para produção de forragem e grãos (BARROS et al., 1997; SANTOS et al., 2000; SIMPLÍCIO et al., 2002; TONETTO et al., 2004).

O confinamento é conduzido com um grupo de cordeiros homogêneos em peso, idade e raça ou grupo racial. Os animais são selecionados após o desmame, devendo ter peso médio de, pelo menos, 15 kg. O confinamento é conduzido por até 70 dias, quando os animais devem atingir o peso ideal para o abate em torno de 30 kg (BARROS et al., 2003).

Entre as vantagens obtidas com o confinamento, podem ser citadas as seguintes: reduz a idade de abate de 10 meses a 12 meses para 5 meses a 6 meses; disponibiliza a forragem das pastagens, que já é escassa, para as demais categorias de animais do rebanho; agiliza o retorno do capital aplicado; permite a produção de carne de boa qualidade na época seca ou na entressafra; resulta na produção de peles de primeira qualidade, auferindo receita indireta ao processo de terminação; tem garantia de mercado para a carne e a pele, com preços competitivos; confere aumento significativo da produtividade e da renda da propriedade (BARROS et al., 2003).

Terminação de cordeiros e cabritos em pastagem cultivada

A utilização de sistemas de produção pecuária mais eficientes tem sido objeto de estudos em todo o território nacional, tendo contribuído para a viabilidade econômica e a sustentabilidade do agronegócio da ovinocaprino cultura de corte. A utilização de pastagens cultivadas como base alimentar tem incrementado a produção de animais para o abate, reduzindo custos de produção e tornando mais atraente a produção de caprinos e ovinos de corte (SÓRIO, 2003; CAVALCANTE et al., 2005; BARROS et al., 2006). A idéia central é a redução da idade de abate, produzindo-se carcaças de bom tamanho e com elevada qualidade da carne nos aspectos de sabor, cheiro, maciez e teor de gordura (BARROS et al., 2006).

No Semi-Árido do Nordeste, em virtude dos prolongados períodos de seca, que em anos normais podem estender-se por até oito meses, pastagens cultivadas têm sido manejadas sob irrigação (NEIVA; CÂNDIDO, 2003; CAVALCANTE et al., 2005). Em outras regiões, entretanto, as boas condições edafoclimáticas têm propiciado a terminação de pequenos ruminantes em pastagens cultivadas sem a adoção da irrigação (OLIVEIRA et al., 2001; BARBOSA et al., 2003).

De modo geral, as pastagens têm sido manejadas sob pastejo rotacionado, objetivando melhor rendimento da vegetação e, conseqüentemente, melhor resposta em termos de produção animal (CAVALCANTE et al., 2005). Para a formação das pastagens, têm sido utilizadas inúmeras variedades de

gramíneas, recomendando-se sempre as mais adaptáveis a cada situação (Fig. 4 e 5). As cultivares dos gêneros *Panicum*, *Cynodon* e *Brachiaria* têm sido as mais adotadas nas diversas regiões do País.

Foto: Fernando Henrique Melo Andrade Rodrigues de Albuquerque



Fig. 4. Ovinos em terminação em pastagem irrigada e cultivada com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.), em Sobral, Ceará.

Fig. 5. Ovinos em pastagem cultivada com a leguminosa 'Estilosantes Campo Grande', no Mato Grosso do Sul.



Foto: Fernando Alvarenga Reis

Os reflexos dessa tecnologia incidem direta e positivamente em todos os segmentos da cadeia produtiva da carne e da pele de caprinos e ovinos, gerando emprego e renda, prestando melhor atendimento às demandas e, sobretudo, favorecendo o desenvolvimento do agronegócio.

Uso de resíduos do caju na terminação de ovinos

Os resíduos agroindustriais representam recurso alimentar de alto potencial de aproveitamento na alimentação de ruminantes em geral e de ovinos e caprinos

em particular. Entretanto, apesar do grande volume produzido, esses alimentos ainda são pouco explorados e, quando muito, são utilizados de forma empírica nas cercanias das indústrias de processamento. Em razão disso, grandes quantidades desses materiais são desperdiçadas, gerando problemas de eliminação e poluição, já que requerem elevada demanda biológica para sua degradação (OLIVEIRA, 2003).

A Região Nordeste apresenta baixo potencial para produção de grãos para a formulação de rações concentradas, o que torna ainda mais interessante o uso de subprodutos da agroindústria para a alimentação animal. Nessa Região, o cajueiro ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas exploradas, especialmente nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Nesses estados, a produção anual de pedúnculo do caju é estimada em 1,4 mil toneladas, porém mais de 90 % desse total é ainda desperdiçado, quando poderia ser utilizado em rações para pequenos ruminantes em confinamento, reduzindo custos e mantendo a qualidade e a oferta dos produtos finais.

Em trabalho desenvolvido na Embrapa Caprinos (LEITE et al., 2004), foram testadas algumas formulações de volumosos compostos de farelo de caju e feno de leucena para utilização na terminação de ovinos em confinamento. A ração contendo 50 % de cada ingrediente resultou em ganhos de peso de 155 g/cab-dia. Assim, após um período de 70 dias de confinamento, os animais atingiram cerca de 30 kg de peso vivo aos 160 dias de idade (Fig. 6). Isso resultou na produção de carne de alta qualidade e em pesos de carcaças de acordo com as exigências do mercado. Constatou-se, também, que o produto pode ser obtido em bases economicamente sustentáveis, uma vez que os ingredientes da ração, além de atenderem às necessidades dos animais, podem ser produzidos nas propriedades ou próximo delas, resultando em baixos custos de produção.

Foto: Eneas Reis Leite



Fig. 6. Ovinos terminados em confinamento alimentados com farelo do pedúnculo do caju e feno de leucena.

Manejo reprodutivo de caprinos e ovinos

É um conjunto de práticas e técnicas cujo uso resulta em maior eficiência produtiva dos rebanhos, repercutindo favoravelmente sobre a fertilidade no parto, na prolificidade e na sobrevivência de crias e de animais jovens. Seu emprego envolve o uso de métodos e práticas de controle e de organização do rebanho em geral, reduzindo, significativamente, a promiscuidade natural dos sistemas tradicionalmente conduzidos (SIMPLÍCIO, 2006).

No manejo reprodutivo, são considerados os seguintes aspectos: descarte orientado, separação por sexo, estabelecimento de época de acasalamento, observância de peso e idade à primeira cobertura, intervalo entre partos, relação macho/fêmea, uso do rufião e idade do desmame (SIMPLÍCIO, 2006).

Indução e sincronização do estro

A tecnologia de indução e sincronização do estro em caprinos e ovinos é de grande importância para a organização do manejo reprodutivo dos rebanhos. É especialmente recomendada quando se trata da implantação e execução de programas de inseminação artificial, do estabelecimento de estação de monta ou de outras atividades que requerem a intervenção do manejo reprodutivo mais específico (SIMPLÍCIO, 2006).

A técnica consiste em promover o desencadeamento simultâneo do estro (cio) em fêmeas adultas de um rebanho caprino ou ovino. Embora seja prática tradicionalmente realizada com produtos químicos, ela pode ser efetivada com um bom manejo específico de matrizes e reprodutores, provocando-se o chamado “efeito macho”. A indução e a sincronização do estro são recomendadas para todo o território nacional, especialmente para regiões de clima temperado onde cabras e ovelhas apresentam estacionalidade do estro em algum período do ano (SALLES et al., 1997).

Bioteχνologias de embriões

O processo da colheita, da criopreservação e da transferência de embriões em caprinos e ovinos já é amplamente adotado no Brasil. Sua utilização tem propiciado resultados técnicos extremamente favoráveis pela simplicidade relativa dos métodos. Constitui ferramenta muito eficaz no processo de melhoramento genético e no rápido dimensionamento dos rebanhos de elite

(BARIL et al., 1995; ANDRIOLI-PINHEIRO et al., 1996; GONZALEZ et al., 2003; LORENZO; CARNEIRO, 2003). É particularmente recomendada para a produção de animais superiores tanto para a exploração de carne e pele como de leite. É um processo de custo relativamente elevado, mas de razoável relação custo/benefício. O sucesso do seu emprego está condicionado a rebanhos totalmente controlados, com identificação de animais, escrituração zootécnica e de razoável nível no uso de tecnologias, particularmente nos aspectos sanitário, alimentar e reprodutivo (BARIL, 1995).

A coleta de embriões pela via transcervical é realizada pela técnica do circuito fechado, enquanto que a transferência de embriões em caprinos pode ser realizada tanto com embriões inteiros como com embriões bipartidos (LORENZO; CARNEIRO, 2003).

Aspectos sanitários

Apesar da reconhecida importância da caprinocultura e da ovinocultura no Brasil, pouca ênfase tem sido dada ao controle de doenças. Dados de trabalhos realizados nas últimas três décadas demonstram que a pesquisa institucional em sanidade contribuiu de forma muito tímida para a produção de pequenos ruminantes no País (GOUVEIA, 2003). Buscando contribuir para reverter essa situação, foi criado o Grupo de Extensão da Pesquisa em Ovinos e Caprinos (Gepoc), composto por professores e pesquisadores da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Embrapa Caprinos, com a participação de pesquisadores da Universidade Estadual do Ceará, do Instituto de Pesquisas Biológicas da UFMG, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), da Universidade Federal Fluminense e do Instituto Mineiro de Agropecuária.

Desde 1994, o Gepoc vem empreendendo esforços em projetos integrados na área de sanidade, objetivando o desenvolvimento e a disponibilização de técnicas de diagnóstico, epidemiologia, além da prevenção e controle de doenças. Desde então, foram disponibilizadas técnicas de diagnóstico por ensaio imunoenzimático indireto (Elisa), imunodifusão em gel de ágar (IDGA), *dot blot*, reação em cadeia pela polimerase (PCR) e imunocistoquímica (CASTRO et al., 1999; COSTA, 2000; PINHEIRO, 2001; ANDRIOLI-PINHEIRO, 2001), e a produção de imunorreagentes para diagnóstico de lentivirose, destacando-se a inédita detecção da presença de lentivírus da artrite-encefalite-caprina (CAE) por meio do sêmen (PINHEIRO et al., 2001). Ressalta-se, também, a proposição do uso da biotécnica reprodutiva de transferência de embriões como ferramenta de controle da CAE (ANDRIOLI-PINHEIRO et al., 2000).

Programa de melhoramento genético

De modo geral, os trabalhos de melhoramento genético em caprinos e ovinos no Brasil têm se concentrado na avaliação e conservação de raças, nos processos de seleção e nos cruzamentos. Entretanto, muitas dessas pesquisas não surtiram o efeito esperado em razão da restrita participação dos produtores e da ausência de programa de melhoramento genético mais abrangente. Impulsionada pela grande demanda do mercado por carnes de caprinos e ovinos, pelo crescente interesse dos produtores e pelo grande número de novos empreendedores, a Embrapa Caprinos e diversos parceiros lançaram o Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte (Genecoc) (LÔBO, 2004).

A base do Genecoc é o trabalho integrado entre os técnicos do programa e as empresas rurais participantes. Assim, a qualidade do processo estende-se pela escolha das características a serem trabalhadas, pela colheita dos dados e pela utilização das informações geradas. Uma das metas do programa é a avaliação de reprodutores, matrizes e seus produtos para características produtivas e reprodutivas, a fim de alcançar maior produção de carne, por hectare, em determinado tempo e a menores custos. O Genecoc utiliza modernas metodologias para promover avaliações genéticas, na forma de diferença esperada na progênie (DEP). Sua grande vantagem está no modo de condução do programa, cujos rumos são estabelecidos entre técnicos e participantes (LÔBO, 2004).

O principal objetivo do Genecoc é dar suporte ao produtor na utilização dos recursos genéticos à sua disposição, de maneira a otimizar seu sistema de produção. É um programa não acabado, que vai sendo moldado em conjunto pelos técnicos e os produtores envolvidos. O programa disponibiliza informações para a escolha criteriosa de animais e entre os parâmetros observados estão o adequado desenvolvimento muscular, o ganho de peso, a boa capacidade de acabamento, o adequado tamanho do animal adulto, além da eficiente capacidade reprodutiva e a precocidade sexual (LÔBO, 2004).

Processamento de carnes de caprinos e ovinos

A agroindústria é um segmento de elevada importância econômica, por sua participação na cadeia produtiva e pelas ligações que mantém com os demais setores da economia. Para enfrentar a competitividade nos negócios relacionados ao processamento de produtos ou matérias-primas, é preciso

encontrar soluções no âmbito da gestão e da inovação tecnológica. As instituições de pesquisa estão engajadas nessa meta já tendo disponibilizado alguns processos para os empresários do setor (MADRUGA, 2003). Como consequência, o processamento da carne dos pequenos animais vem garantindo status ao agronegócio, revolucionando o mercado com uma variedade de inovações tanto na diversificação dos produtos como na forma de apresentação em modernas embalagens (Fig. 7).

A agregação de valor das carnes caprina e ovina está vinculada a práticas de processamento e transformação em produtos derivados. Quando destinada ao consumo em sua forma natural, peças de qualidade são obtidas por meio de cortes padronizados (WESSEL, 2000) (Fig. 8) os quais podem gerar pratos

Foto: Leandro Silva Oliveira



Fig. 7. Carne de cordeiro processada e embalada.

Foto: Ronaldo Ponte Dias



Fig. 8. Cortes padronizados de carcaça de cordeiro.

sofisticados (Fig. 9). A transformação em produtos derivados, como apresuntados, lingüiças, salames e hambúrgueres, tem a propriedade de agregar valor pela criação de opções de consumo sem descaracterizar as qualidades do produto, além de reduzir os desperdícios (MADRUGA, 2003).



Fig. 9. Pratos derivados das carnes caprina e ovina: A) Cabrito-mamão; B) Pernil de carneiro; C) Buchada de carneiro.

Derivados do leite de cabra

Nos últimos anos, com a crescente importância da caprinocultura leiteira no Brasil, novas alternativas de derivados do leite caprino têm sido estudadas. A transformação do leite de cabra em queijos, doces, patês, cosméticos e outros produtos tem significativa importância na elevação do consumo e na economicidade da atividade (EGITO; LAGUNA, 1999; LAGUNA; EGITO, 1999; RODRIGUES; QUINTÃES, 2003). À medida que favorece oferta mais diversificada ao mercado consumidor, o processamento aumenta o tempo de prateleira dos derivados, gera emprego e renda ao mesmo tempo que agrega valor aos produtos (CORDEIRO, 2003).

As tecnologias são de fácil execução, de baixo investimento e de resultados satisfatórios (Fig.10). Estão sendo adotadas em todo o território nacional, especialmente por agroindustriais e produtores de leite de cabra localizados próximos aos grandes centros consumidores (CORDEIRO, 2003).

Fotos: Verônica Maria Vasconcelos Freire



Fig. 10. Produtos derivados do leite de cabra: doces, queijos e bebidas lácteas.

Perspectivas para a caprinocultura e a produção de ovinos deslançados

O Brasil conta com rebanho caprino e ovino da ordem de 26 milhões de cabeças (ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA, 2005), equivalente a 1,5 % do efetivo mundial, que é superior a 1,7 bilhão de animais (FAO, 2006). Considerando a dimensão territorial brasileira, bem como as condições edafoclimáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da caprinocultura e da ovinocultura, nossos rebanhos são pouco expressivos, principalmente quando comparados com o efetivo bovino, que é da ordem de 190 milhões de cabeças (ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA, 2005).

A importância econômica do agronegócio dos pequenos ruminantes para o País advém do seu potencial como fonte de proteína animal de elevado valor biológico para as populações rurais e urbanas, além da oferta de peles para a indústria (MARTINS; WANDER, 2005). Em países europeus, como França, Suíça, Inglaterra e Itália, bem como nos Estados Unidos da América e no Canadá, a produção de animais leiteiros encontra-se em estágios avançados. Enquanto em alguns países, como a França, a maior parte do leite de cabra é transformada em queijos, no Brasil o consumo é predominantemente na forma de leite fluido (SIMPLÍCIO et al., 2003b; FAO, 2006). De modo geral, a atividade é ainda incipiente no País, destacando-se a produção industrial apenas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Nos estados nordestinos da Paraíba e Rio Grande do Norte, já existem bacias

leiteiras organizadas, tendo como mercado básico os programas sociais subsidiados pelo poder público (RODRIGUES; QUINTÃES, 2003; WANDER; MARTINS, 2005).

Para o fortalecimento das cadeias produtivas da carne e do leite, visando à oferta de produtos de elevada qualidade e que satisfaça as exigências do mercado consumidor, incluindo as da agroindústria, são necessárias melhorias nos sistemas produtivos e organização da oferta de matéria-prima. É necessário, também, promover a comercialização dos produtos no mercado e estimular a organização dos produtores para gerar produção em escala, a fim de melhorar a qualidade dos produtos e as condições de negociação para tornar a atividade atrativa e competitiva (LEITE, 2005; WANDER; MARTINS, 2005).

As demandas mundiais pelas carnes caprina e ovina como commodities, bem como por especialidades como carne e leite orgânicos, além do leite de cabra como alimento nutracêutico, estão passando por forte expansão, reforçando a importância desse agronegócio para a economia do País. Observa-se, igualmente, notória expansão da demanda interna por esses produtos em decorrência da abertura de novos mercados, em especial nos grandes centros urbanos (CORDEIRO, 2003; LEITE, 2004).

A expectativa de expansão da caprinocultura e da ovinocultura de corte nos diversos quadrantes do Brasil, notadamente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste e em alguns estados da Região Norte, confirma o crescente interesse dos produtores em atender ao aumento da demanda nacional pelas carnes caprina e ovina. Da mesma forma, o aumento do interesse pela produção de leite de cabra e de seus derivados reforça o interesse dos empresários brasileiros em aumentar a participação desses produtos no mercado (LEITE, 2004; RIBEIRO; RIBEIRO, 2004).

O crescimento da caprinocultura e da ovinocultura consolidará a importância das instituições de pesquisa em oferecer tecnologias e serviços capazes de alavancar o agronegócio. A crescente demanda por produtos orgânicos e nutracêuticos, que tenham sido produzidos sob condições ambientalmente sustentáveis e socialmente justas, demandará esforços concentrados de pesquisa para assegurar aos consumidores produtos com atributos diferenciados, como certificado de origem (EMBRAPA CAPRINOS, 2005).

A expansão da demanda mundial e, com isso, do agronegócio da caprinocultura e da ovinocultura no País, coloca a pesquisa diante de nova realidade, com demandas diferenciadas e que necessitarão de respostas cada vez mais rápidas. Assim, as instituições de pesquisas terão importante papel no desenvolvimento tecnológico e na melhoria da atividade em todos os seus aspectos, englobando tanto a questão da melhoria genética quanto os sistemas de produção, abrangendo, particularmente, a ambiência e o bem-estar animal. A necessidade de soluções

cada vez mais rápidas exigirá maior interação entre instituições privadas e públicas, incluindo-se os institutos de pesquisa, órgãos de assistência técnica e extensão rural, organizações não-governamentais (ONGs) e associações de produtores (MATOS, 2004; EMBRAPA CAPRINOS, 2005).

A partir dos cenários já estudados, verifica-se que a caprinocultura e a ovinocultura têm potencial e oferecem oportunidades para aumento de suas participações no agronegócio brasileiro, desde que questões cruciais como o custo Brasil, o protecionismo nos países concorrentes, os incrementos de escala e qualidade dos produtos e a alavancagem da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (PD&I) sejam criteriosamente tratadas (EMBRAPA CAPRINOS, 2005; MEDEIROS; COSTA, 2005). A política brasileira de apoio às exportações tende a ser fortalecida e o País deve buscar conquistar e manter novos mercados. Para tanto, deve atentar para a produção de matéria-prima de qualidade, além de agregar valor a alguns produtos por meio de processamento (HADDAD, 1998; EMBRAPA CAPRINOS, 2005).

A globalização da economia e a busca da inovação e da produtividade dos fatores implicarão mudanças técnicas e gerenciais nos sistemas de produção, com a reconfiguração do agronegócio, envolvendo a melhoria da qualidade dos produtos e processos, a crescente reestruturação patrimonial, o ingresso de novos atores e a produção sob relações contratuais formais (SIMPLÍCIO et al., 2003a; MEDEIROS; COSTA, 2005).

O produtor de caprinos e ovinos tornar-se-á cada vez mais especializado, crescerá a informatização da produção e o beneficiamento dos produtos antes de sua distribuição ao consumidor final. Isso implica que as unidades produtivas tendem a se especializar dentro da cadeia produtiva, utilizando, cada vez mais, serviços especializados de terceiros. O produtor tende a não buscar a auto-suficiência no fornecimento de insumos, tais como alimentação animal e material genético de elevado valor, e tampouco a montar sua própria unidade de processamento industrial. Essas estruturas ou serviços passariam a ser estabelecidos no ambiente rural, como negócios independentes dessa ou daquela unidade produtiva, como patrimônio de terceiros, e que se incluem no processo produtivo, via prestação de serviços, mediante contratos formais (EMBRAPA CAPRINOS, 2005; MEDEIROS; COSTA, 2005).

Deve ocorrer forte incremento da demanda por produtos agroecológicos, ou seja, orgânicos, ecológicos, naturais e biológicos, in natura e processados, os quais deverão contar com o necessário suporte da pesquisa para estabelecer as suas reais potencialidades e limitações (EMBRAPA CAPRINOS, 2005). Existirão maiores chances de ganhos para os produtos diferenciados, assim como maior estabilidade nos preços internacionais para produtos mais elaborados (SIMPLÍCIO; WANDER, 2003).

Será preciso ampla compreensão da necessidade de inserir os produtores familiares nas cadeias produtivas, a fim de permitir que estes passem a se beneficiar de todo o agronegócio (LEITE, 2004). É fundamental ainda que sejam intensificadas as pesquisas relacionadas a metodologias e gerenciamento da produção, com qualidade comprovada e com a certificação dos produtos (SIMPLÍCIO; WANDER, 2003).

No horizonte de 10 anos, as atividades do espaço rural e do agronegócio da caprinocultura e da ovinocultura serão ainda substancialmente ampliadas. Novos produtos de alto valor, tais como alimentos funcionais, biofármacos e novos derivados da carne e do leite deverão ser disponibilizados no mercado (EMBRAPA CAPRINOS, 2005).

Referências

- ANDRIOLI-PINHEIRO, A.; GOUVEIA, A. M. G.; ANDRADE, J. S. Isolamento do lentivírus caprino em estruturas embrionárias e solução de lavagem uterina: resultados preliminares. **Arquivo Faculdade de Veterinária UFRGS**, v. 28, p. 208-212, 2000.
- ANDRIOLI-PINHEIRO, A. **Vírus da artrite-encefalite-caprina**: PCR e isolamento viral em amostras de sêmen, fluido uterino e embriões. Belo Horizonte, 2001. 68 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- ANDRIOLI-PINHEIRO, A.; SALLES, H. O.; MOURA SOBRINHO, P. A. Fatores relevantes para implantação de um programa de transferência de embriões em caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES, 11., 1996, Canela. **Anais...** Canela: Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões. 1996. p.193.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 276 p.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C.; SILVA, N. L. **Criação de ovinos a pasto no Semi-Árido nordestino**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1999. 18 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 19).
- ARAÚJO FILHO, J. A.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SILVA, N. L.; SOUSA, F. B.; FRANÇA, F. M. Sistema agrossilvipastoril: Embrapa Caprinos. In: LIMA, G. F. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Ed.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte** orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater-RN / Emparn / Embrapa Caprinos, 2006. p. 193-210.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; LEITE, E. R.; MESQUITA, R. C. M. **Dieta e desempenho de caprinos e ovinos em bancos de proteína na região de Sobral, Ceará**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1990. 14 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 11).
- ARAÚJO FILHO, J. A.; MESQUITA, R. C. M.; LEITE, E. R. Avaliação de pastagens nativas. In: PUIGNAN, J.P. (Ed.). **Utilización y manejo de pastizales** Montivideo: IICA, 1994. p. 61-70.
- BARBOSA, C. M. A.; BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; CARTILLO ESTRADA, L. H.; QUIRINO, C. R.; SILVA, J. F. E. Consumo voluntário e ganho de peso de borregas das raças Santa Inês, Suffolk e Ile de France em pastejo rotacionado sobre *Panicum maximum* Jacq. cvs. Aruana ou Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.

BARIL, G. Possibilidades atuais da transferência de embriões em caprinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11., 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p. 183.

BARROS, N. N.; BOMFIM, M. A. D.; CAVALCANTE, A. R. Manejo nutricional de caprinos e ovinos para a produção de carne. In: LIMA, G. F. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Ed.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte** orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater-RN/Emparn/Embrapa Caprinos, 2006. p. 299-318.

BARROS, N. N.; VASCONCELOS, V. R.; ARAÚJO, M. R. A.; MARTINS, E. C. Influência do grupo genético e da alimentação sobre o desempenho de cordeiros em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1111-1116, 2003.

BARROS, N. N.; SIMPLÍCIO, A. A.; FERNANDES, F. D. **Terminação de cordeiros em confinamento no Nordeste do Brasil**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1997. 24 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 12).

CARVALHO, M. S. S.; QUIRINO, C. L.; NASCIMENTO, M. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E.; NASCIMENTO, H. T. S. N. Diâmetro de consumo de leucena e pau-ferro por ovinos e bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

CASTRO, R. S.; LEITE, R. C.; RESENDE, M.; GOUVEIA, A. M. G. A labelled avidin-biotin ELISA to detect antibodies to caprine arthritis encephalitis virus in goat's sera. **Veterinary Research Communication**, v. 23, p. 515-522, 1999.

CAVALCANTE, A. C. R.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; VIEIRA, L. S. V. **Produção de ovinos e caprinos de corte em pastagens cultivadas sob manejo rotacionado** Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 16 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 31).

CORDEIRO, P. R. C. A cadeia produtiva do leite de cabra. In: CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 5., 2003, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Pernambucana de Medicina Veterinária, 2003. p. 171-176.

COSTA, J. R. R. **Língua azul**: produção e padronização de antígeno para prova de imunodifusão em gel de ágar e prevalência nas mesorregiões sudoeste e sudeste do Estado do Rio Grande do Sul. Belo Horizonte, 2000. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A. Desempenho agrônomo de genótipos de leucena em Rondônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

EGITO, A. S.; LAGUNA, L. E. **Fabricação de queijo de coalho com leite de cabra** Sobral: Embrapa Caprinos, 1999, 15 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 16).

EMBRAPA CAPRINOS. **III Plano Diretor da Embrapa Caprinos** 2004-2007. Sobral, 2005. 44 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 56).

FAO. Food and Agricultural Organization of the UN. **FAOSTAT Database**. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 20 dez. 2006.

GONZALEZ, C. I. M.; ANDRIOLI-PINHEIRO, A.; CUNHA, M. G. G. Avanços na transferência de embriões em caprinos e ovinos de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2003. p. 331-352.

GOUVEIA, A. M. G. Aspectos sanitários da caprino-ovinocultura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 115-131.

- HADDAD, P. R. A competitividade do agronegócio: estudo de cluster. In: CALDAS, R. A.; PINHEIRO, L. E. L.; MEDEIROS, J. X.; MIZUTA, K.; GAMA, G. B. M. N.; KUABARA, M. Y.; BLUMENSCHAEIN, A. (Ed.). **Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade**. Brasília: CNPq, 1998. p. 73-86.
- LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. **Fabricação de doce de leite de cabra tipo pastoso** Sobral: Embrapa Caprinos, 1999, 19 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 22).
- LEITE, E. R. A cadeia produtiva da ovinocultura e da caprinocultura de corte. In: CAMPOS, A.C.N. (Ed.). **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p. 33-41.
- LEITE, E. R. Cadeia produtiva de caprinos e ovinos como estratégia para produção sustentável de carne. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p. 269-275.
- LEITE, E. R.; BARROS, N. N.; CAVALCANTE, A. C. R.; BOMFIM, M. A. D. Terminação de ovinos com a utilização do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) e feno de leucena (*Leucaena leucocephala* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.
- LEITE, E. R.; VASCONCELOS, V. R. Estratégias de alimentação de caprinos e ovinos em pastejo no Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2000. p. 71-80.
- LÔBO, R. N. B. Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte - Genecoc. In: ENCONTRO DE CAPRINO-OVINOCULTORES DE CORTE DA BAHIA, 4., 2004, Salvador. **Anais...** Salvador, ASCCOB, 2004. p.19-33.
- LORENZO, L. L.; CARNEIRO, G. F. Biotecnologia e as perspectivas futuras para a caprino-ovinocultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 353-366.
- MADRUGA, M.S. Fatores que afetam a qualidade da carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p.417-432.
- MARTINS, E. C.; WANDER, A. E. A importância do agronegócio da caprino-ovinocultura. In: CAMPOS, A. C. N. (Ed.). **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p. 21-32.
- MATOS, L. L. Estratégias para produção de leite nas condições brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 5., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp, 2004. p. 20-55.
- MEDEIROS, J. X.; COSTA, N. G. O agronegócio da caprino-ovinocultura no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 107-113.
- NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Manejo intensivo de pastagens cultivadas para ovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 583-598.
- OLIVEIRA, E. R. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 611-622.
- OLIVEIRA, E. R.; JOHNSON, W. L. Present and improved production systems for meat goats in Northeast Brazil. In: JOHNSON, W. L.; OLIVEIRA, E. R. (Ed.). **Improving meat goat production in the semiarid tropics** Davis: University of California, 1989. p. 20-32.

OLIVEIRA, M. E.; ALENCAR, A. L. G.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; SOUSA JÚNIOR, A.; LOPES, J. B.; VIANA, G. E. N. Recria e terminação de ovinos em pastagem de *Cynodon* spp. cv. Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1051-1052.

PINHEIRO, R. R. **Vírus da artrite-encefalite-caprina**: desenvolvimento e padronização de ensaios imunoenzimáticos (ELISA e *dot blot*) e estudo epidemiológico no Estado do Ceará. 2001. 115 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

PINHEIRO, R. R.; ANDRIOLI-PINHEIRO, A.; GOUVEIA, A. M. G. **Métodos de diagnóstico das lentiviroses de pequenos ruminantes**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2001, 18 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 24).

RIBEIRO, S. D. A.; RIBEIRO, A. C. Passado, presente e futuro da caprinocultura na Região Sudeste do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 5., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp, 2004. p. 9-19.

RODRIGUES, A.; QUINTÃES, L. J. Produção e beneficiamento de leite de cabra na Paraíba. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 291-302.

SALLES, H. O.; CAVALCANTE, V. C.; SOARES, A. T. Preparo de receptoras caprinas para programa de transferência de embriões: estro natural vs estro sincronizado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOTECNOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS, 2., 1997, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões, 1997. p. 119.

SANTOS, C. L.; PEREZ, J. R. O.; MUNIZ, J. A.; BONAGÚRIO, S.; TEIXEIRA, J. C. Relações músculo: osso e músculo: gordura dos cortes de carcaça de cordeiros Santa Inês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

SIMPLÍCIO, A. A. Manejo reprodutivo de caprinos e ovinos de corte em regiões tropicais. In: LIMA, G. F. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Ed.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**: orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater-RN/Emparn/Embrapa Caprinos, 2006. p. 351-390.

SIMPLÍCIO, A. A.; BARROS, N. N.; ALVES, J. U. Exploração intensiva de caprinos e ovinos para carne e pele. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 4., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Federação da Agricultura do Estado do Ceará, 2002. p. 156-173.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. E. Organização e gestão da unidade produtiva na caprino-ovinocultura. In: CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 5., 2003, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Pernambucana de Medicina Veterinária, 2003. p. 177-187.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. E.; LEITE, E. R. A caprino-ovinocultura como alternativa para geração de emprego e renda. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE BUIATRIA, 11., 2003, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Buiatria, 2003a. p. 146-147.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. E.; LEITE, E. R.; LOPES, E. A. **A caprino-ovinocultura de corte como alternativa para geração de emprego e renda**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2003b. 44 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 48).

SÓRIO, A. Terminação de cordeiros e cabritos em pastagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 623-633.

SOUSA, F.B. **Leucena**: produção e manejo no Nordeste do Brasil. Embrapa Caprinos, 1999. 20 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 18).

SOUZA NETO, J.; FIGUEIREDO, E. A. P. Tropical sheep production systems. In: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. (Ed.). **Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions: with reference to Northeast Brazil and the countries of the Caribbean, Central America, and South America**. Davis: University of California, 1990. p. 147-153.

TONETTO, C. J.; PIRES, C. C.; MÜLLER, L.; FRESCURA, R. B. M.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S. L. P.; SILVA, D. V. R.; HASTENFLUG, M. Características da carcaça de cordeiros terminados em dieta isoprotéica contendo forragem hidropônica de milho ou capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.

WANDER, A. E.; MARTINS, E. C. O agronegócio da caprinocultura leiteira. In: CAMPOS, A. C. N. (Ed.). **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p. 43-54.

WESSEL, I. Comercialização de cortes especiais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2000. p. 261-265.

ZOBY, J. L.; KORNELIUS, E.; SAUERESSIG, M. G. **Banco de proteína como suplemento de pastagem nativa de Cerrado na recria de fêmeas** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1985. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 46).

Literatura recomendada

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2003. 275 p.

BRITO, A. J. T. de. **Caprinocultura para o Nordeste do Brasil**: raças, alimentação, reprodução e doenças. Recife: Universitária da UFPE, 2002. 162 p.

CAMPOS, A. C. N. (Ed.). **Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. 288 p.

CAVALCANTE, A. C. R.; WANDER, A. A.; LEITE, E. R. (Ed.). **Caprinos e ovinos de corte: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 241 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

CONTINI, E.; GASQUES, J. E. Projeções do agronegócio da caprinocultura e da ovinocultura no Brasil. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Caprinos; Embrapa Gado de Corte, 2006. CD-ROM.

DOMINGUES, P. F.; LANGONI, H. **Manejo sanitário animal**. Rio de Janeiro: EPUB, 2001. 210 p.

EGITO, A. S. Produtos regionais derivados do leite de cabra e perspectivas de mercado no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 703-715.

FREER, M.; DOVE, H. **Sheep nutrition**. 1.ed. New York: Cabi Publishing, 2002. 385 p.

GOMES, J. A. F.; LEITE, E. R.; RIBEIRO, T. P. **Alimentos e alimentação de ovinos e caprinos no Semi-Árido brasileiro**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2007. 40 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 67).

GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R. de; FREITAS, V. J. de F. (Ed.). **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 340 p.

GOUVEIA, A. M. G.; ARAÚJO, E. C.; UCHOA, M. F. P. **Instalações para criação de ovinos tipo corte nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil**. 1.ed. Belo Horizonte: Ed. LK, 2007. 96 p.

GOUVEIA, A. M. G.; MARQUES, A. P. R.; GUIMARÃES, A. S.; MINARDI, J. C. Impacto das doenças infecciosas na produção de caprinos e ovinos. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Caprinos; Embrapa Gado de Corte, 2006. CD-ROM.

HOINACKI, E. **Peles e couros**. Porto Alegre: CFP de Artes Gráficas, 1989. 320 p.

INICIANDO um pequeno agronegócio agroindustrial: processamento da carne caprina. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106 p. (Série Agronegócios). Instituições responsáveis: Embrapa Caprinos, Sebrae.

JACINTO, M. A. C.; COSTA, R. G.; LEITE, E. R. Produção de peles e couros de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 157-165.

JACINTO, M. A. C.; LEITE, E. R. **O setor produtivo das peles de caprinos e ovinos** Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 24 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 55).

JOAG, S. V.; STEPHENS, E. B.; NARAYAN, O. Lentivíroses. In: FIELDS, M. D.; KNIPE, D. M. **Fields virology**. New York: Raven Press, 1996. p. 1977-1996.

JOHNSON, W. L.; OLIVEIRA, E. R. (Ed.). **Improving meat goat production in the semiarid tropics**. Davis: University of California, 1989. 207 p.

KRUG, E. E. B. **Sistemas de produção de leite: identificação de benchmarking**. Porto Alegre: Palloti, 2001. 265 p.

LANA, R. P. **Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades**. Viçosa: UFV, 2005. 344 p.

LIMA, G. F. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Ed.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural**. Natal: Emater-RN/Emparn/Embrapa Caprinos, 2006. 426 p.

LÔBO, R. N. B. Metodologias aplicadas na estimativa de parâmetros genéticos e avaliações genéticas de caprinos e ovinos. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRA, 4., 2004, Sobral. **Anais...** Sobral: Embrapa Caprinos, 2004. CD-ROM.

LOPES, R. S.; FERREIRA, J. J. Produção integrada no contexto dos pequenos ruminantes no Brasil. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Caprinos; Embrapa Gado de Corte, 2006. CD-ROM.

MONTALDON, R. P.; BASTOS, E.; HORTA, A.; HOLANDA, N. Desenvolvimento regional: a opção pelo agronegócio. In: CALDAS, R. A.; PINHEIRO, L. E. L.; MIZUTA, K. (Ed.). **Agronegócio brasileiro**. Brasília: CNPq, 1998. p. 59-72.

MORAND-FEHR, P.; BOYAZOGLU, J. Present state and future outlook of the small ruminant sector. **Small Ruminant Research**, v. 34, p. 175-188, 1999.

MUELLER, J. Programa de melhoramento genéticos de pequenos ruminantes. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Caprinos; Embrapa Gado de Corte, 2006. CD ROM.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado**. Piracicaba, SP: Faelq, 1999. 280 p.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Planejamento da produção leiteira**. São Paulo: Fealq, 1998. 230 p.

PEREIRA, M. N. **Conceitos para definição de sistemas de produção de leite no Brasil** Lavras: Ufla/Faepe, 2001. 167 p.

- PINEDA, N. Rastreabilidade: uma resposta aos anseios do consumidor. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 433-441.
- PUGH, D. G. **Clínica de ovinos e caprinos** São Paulo: Ed. Roca, 2005. 513 p.
- RADOSITIS, M. O. **Clínica veterinária**: um tratado de doenças de bovinos, ovinos, suínos caprinos e eqüinos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 382 p.
- RESENDE, M. D.; ROSA-PEREZ, J. R. **Genótipo e melhoramento de ovinos** Porto Alegre: Agrolivros, 2002. 184 p.
- RIBEIRO, T. P.; LEITE, E. R.; GOMES, J. A. **Manejo nutricional de ovinos para a produção de carne no Nordeste do Brasil**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2006. 27 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 63).
- ROCHA, H. C.; DICKEL, E. C.; MESSINA, S. A. **Produção de cordeiros de corte em sistema de consorciação**. 1.ed. São Paulo: Ed. UPF, 2007. 76 p.
- SANTA ROSA, J. **Enfermidades em caprinos**: diagnóstico, patogenia, terapêutica e controle. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 220 p.
- SAÑUDO, C. Estabelecimento de parâmetros de qualidade de carne de ovinos sul-americanos por consumidores europeus. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 716-736.
- SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. (Ed.). **Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions**: with reference to Northeast Brazil and the countries of the Caribbean, Central America, and South America. Davis: University of California, 1990. 167 p.
- SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N. Eficiência do uso dos recursos da Caatinga: produção e conservação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2003. p. 571-582.

Capítulo 7

Búfalos

José Ribamar Felipe Marques
José de Brito Lourenço Júnior
Raimundo N. C. Camargo Júnior
Luiz O. D. de Moura Carvalho
Norton Amador da Costa

Os búfalos domésticos (Fig. 1) são mamíferos da espécie *Bubalus bubalis* H. Smith, grande família dos bovídeos. Na moderna classificação zoológica dos mamíferos, estão enquadrados como:

Ordem: Artiodactyla

Subordem: Ruminantia

Infra-ordem: Pecora

Superfamília: Bovidea

Família: Bovidae

Subfamília: Bovinae

A subfamília Bovinae compreende seis gêneros:

Bos – Linneu, 1758

Bison – H. Smith, 1827

Bibos – Hodgson, 1937

Syncerus – Hodgson, 1937

Anga – H. Smith, 1827

Bubalus – H. Smith, 1827

Em todo o mundo, os animais da espécie *Bubalus bubalis* são conhecidos como búfalos d'água (*water buffalo*), sendo descritas três subespécies ou variedades:

Bubalus bubalis bubalis – é o búfalo preto que apresenta cariótipo $2n = 50$ cromossomos, denominado de búfalo-de-rio (*river buffalo*), abrangendo os rebanhos da Índia, Paquistão, China e de alguns países da Europa e Américas. No Brasil, está representada pelas raças Jafarabadi (Fig. 2), Mediterrâneo (Fig. 3) e Murrah (Fig. 4), todas reconhecidas pela Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB).

Bubalus bubalis kerebau – é o búfalo da Malásia, Indonésia, Filipinas, Tailândia, etc., cariótipo $2n = 48$ cromossomos. No Brasil, compõe a raça Carabao (Fig. 5) ou Rosilho (como era denominado, no passado, na Ilha de Marajó, como referência à pelagem nesse tom). É conhecido na literatura mundial como búfalo-de-pântano (*swamp buffalo*).

Bubalus bubalis fulvus – é o búfalo nativo da região nordeste da Índia, especialmente do Assam, que vive em estado semidoméstico ou selvagem, sendo animal de porte menor que os das subespécies anteriores. É de coloração pardacenta ou avermelhada, com alguma semelhança com o tipo Baio existente no Brasil (Fig.6). Esses dados e informações podem ser encontrados em versões adaptadas de Marques (1999, 2000).

Foto: José Ribamar Felipe Marques



Fig. 1. Rebanho de búfalos domésticos.

Foto: Jonas Camargo Assumpção



Fig. 2. Búfalo da raça Jafarabadi.

Foto: José Ribamar Felipe Marques



Fig. 3. Rebanho de búfalos da raça Mediterrâneo.

Foto: José Ribamar Felipe Marques



Fig. 4. Búfalos da raça Murrah.

O búfalo doméstico (*Bubalus bubalis* H. Smith) é um animal de múltiplas aptidões, criado no Brasil para a produção de carne e leite, servindo, ainda, como animal de trabalho (sela, tração de carroças, toras de madeira, canoas e barcos, além do preparo de áreas para agricultura) e atração turística, entre outras.

Foto: Jonas Camargo Assumpção

**Fig. 5.** Bubalinos da raça Carabao.

Foto: José Ribamar Felipe Marques

Fig. 6. Búfalos do tipo Baio.

A bubalinocultura é uma atividade em franco progresso no País. Os primeiros animais foram introduzidos por volta de fevereiro de 1895, oriundos da Itália, dando origem à raça Mediterrâneo. Foram importados pelo criador Vicente Chermont de Miranda, da Fazenda Dunas, localizada em Soure, Ilha de Marajó, no Estado do Pará. Esses animais saíram do porto de Nantes, na França, em um navio denominado Brasileiro, e pertenciam ao conde italiano Camilo Bosfigliolli, de Roma.

A introdução do búfalo doméstico no Brasil é, geralmente, confundida com a entrada da raça Carabao no País. Para essa subespécie, *Bubalus bubalis kerebau*, a história narra versões semelhantes, datadas do início do século 20. Uma delas conta que detentos de um presídio da Guiana Francesa, denominado Ilha do Diabo, fugiam dali em barcaças, trazendo esses animais, até atingirem a costa norte do País, no Arquipélago do Marajó, onde os trocavam por comida com os fazendeiros locais.

A outra versão suporta o mesmo argumento, acrescentando que as barcaças se destroçavam contra as pedras da costa da ilha, com os animais fugindo e se embrenhando nas matas e pântanos, onde se adaptaram e se reproduziram, aumentando consideravelmente o rebanho. Esses animais ficaram nos campos e matas da ilha sem qualquer manejo, por mais de meio século, e fizeram lendas pelas famosas caçadas aos búfalos asselvajados que se expandiram pelos “gebres” marajoaras, locais de difícil acesso, pantanosos, com vegetação altamente espessa, predominando as espécies espinhentas, dificultando a movimentação de animais e do homem.

Nos anos seguintes, foram realizadas outras importações por este e outros criadores, compondo, assim, um considerável rebanho de animais da raça Mediterrâneo. As raças Jafarabadi e Murrah foram introduzidas da Índia em outros momentos, por volta de 1923, para Cássia, Minas Gerais e, depois, já

em 1961 e 1962 para São Paulo e outros estados, incluindo a Usina Leão, em Alagoas, quando, provavelmente, foram introduzidos, também, os animais do tipo Baio. As importações de animais das raças Jafarabadi e Murrah foram poucas, com pequena quantidade de animais, contudo, não se podem precisar os números.

Associação de criadores e incentivo à criação

Com a expansão da bubalinocultura em algumas regiões, um dos momentos significativos nas últimas quatro décadas foi a fundação da Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB) (www.bufalos.com.br), entidade de classe fundada no dia 21 de abril de 1960, que tem como objetivo principal apoiar atividades que, de algum modo, auxiliem no desenvolvimento da bubalinocultura. Os principais objetivos da entidade são: apoio ao criador; união de pecuaristas em núcleos regionais interligados à ABCB; orientação técnica da produção; auxílio na comercialização (bolsa comercial); serviço de registro genealógico; desenvolvimento de provas zootécnicas; promoção de eventos específicos, como exposições e feiras; e cursos, seminários e congressos da ABCB.

Outras associações existem em vários estados, do Norte ao Sul do Brasil, Pará, Bahia, Pernambuco, Ceará, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre outros, demonstrando o quanto a atividade já é importante no País.

Pesquisas e resultados

Importante, também, é o início das pesquisas sobre búfalos no Brasil e a década de 1950 constitui o marco desse fato, começando com os estudos sobre o comportamento produtivo dos búfalos para produção de carne e leite, que perduraram por mais de três décadas, demonstrando a excelente adaptação às diversas condições do País, com excelente produtividade.

Os primeiros resultados dessas pesquisas surgiram nas décadas seguintes e foram importantes para a bubalinocultura nas Américas, pois, a partir dali, estavam delineados sistemas de produção para a criação desses animais nas diversas regiões do País, estendendo-se para vários países sul-americanos, destacando-se o Peru, a Venezuela e a Argentina.

A grande maioria dos trabalhos de pesquisa com búfalos na Amazônia foi desenvolvida nos antigos Instituto Agrônomo do Norte (IAN) e Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Norte (Ipean), no Centro

de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido e Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, esses últimos reunidos como Unidade Descentralizada da, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a partir de 1974, hoje Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, no Estado do Pará.

Os projetos seguiram linhas de pesquisa relacionadas à produção de leite e carne, destacando-se em todos a baixa taxa de colesterol, associada a algumas características satisfatórias, como alto teor de gordura do leite, tornando-o altamente competitivo quando da transformação em subprodutos, como queijos e iogurtes. O sabor e a maciez da carne, com baixa gordura, colocando-a entre os alimentos nobres, que podem prevenir doenças de toda ordem, também foi objeto da pesquisa desenvolvida acerca desses animais. Somam-se a esses, os trabalhos com tração animal, alimentação e nutrição, destacando-se as pastagens e forrageiras nativas e cultivadas nas várzeas e terra firme, além de saúde animal.

Assim, sobressaem os resultados com informações sobre eficiência e manejo reprodutivo, produção de leite e carne em pastagens nativas e cultivadas, de várzea e terra firme, até a década de 1980. Após isso, os trabalhos com bubalinos continuaram tendo como objetivo primordial a produção de carne e leite, mas direcionando o foco para sistemas de produção com destaque para projetos sobre avaliação de modelos produtivos para carne e leite. Nesses projetos, foram estudados ambientes diversificados, como pastagens inundáveis e de terra firme, com dados sob pastejo rotacionado (terra firme), além de alguns experimentos em ambientes mais controlados, incluindo os confinamentos.

Concomitantemente, iniciaram-se os trabalhos na área de melhoramento e reprodução, com ênfase para a inseminação artificial, seguindo-se as pesquisas: *Estratégias, para o aumento da produtividade de bovídeos na Amazônia; Identificação, caracterização, utilização de resíduos e subprodutos agroindustriais e restos de culturas na alimentação animal; Desenvolvimento de sistemas pecuários sustentados em ecossistemas de pastagem nativas da Amazônia; e Modelos físicos de sistemas de produção de leite como instrumento de pesquisa e desenvolvimento.*

Nos anos seguintes, foram desenvolvidos projetos mais relacionados com melhoramento genético, emprego de biotécnicas e de caracterização genética por meio de marcadores moleculares, além da implantação de um Banco de Conservação dos Recursos Genéticos Animais da Amazônia Oriental (Bagam) em Salvaterra, Pará, na Ilha de Marajó, principalmente para ações de banco de germoplasma, visto que grupos como a raça Carabao e o tipo Baio constituem germoplasma único no País, encontrando-se em risco de extinção.

Os resultados sobre essas diversas linhas de pesquisa são mostrados nas Tabelas 1 a 8, enquanto os resultados sobre produção de leite e características

afins são mostrados nas Tabelas 9 e 10. Nas Tabelas 11 e 12 são encontrados dados da eficiência reprodutiva dos búfalos. Já os resultados de vários autores sobre a produção de carne em diferentes condições e ambientes, rendimento de carcaça e performance no desenvolvimento ponderal, em tempos e locais distintos, são encontrados nas Tabelas 13 e 14 (MOURA CARVALHO, et al., 2002; LOURENÇO JUNIOR et al., 2000; 2002; COSTA et al., 2002a, b; PEREIRA; TAVARES, 2000). Nascimento et al. (1979). Pacola et al. (1979), Villares et al. (1979a, b) Nascimento e Guimarães (1970).

Tabela 1. Características e qualidades do leite de búfala.

Composição média (%)					
Água	Lactose	Proteína	Gordura	Cinzas / Minerais	Sólidos totais
82,04	5,38	4,36	7-8,00	0,80	18,90

Fonte: Marques et al. (2000).

Tabela 2. Características da carne de búfalo.

Características ⁽¹⁾	Valores
Caloria (Kcal)	93,40
Proteína (N x 6,25)	21,79
Lipídios (g)	0,25
Ácidos Graxos	
Saturados-total (g)	0,60
Insaturados-total (g)	0,53
Polissaturados-total (g)	0,36
Colesterol-total (mg)	61,00
Resíduo mineral fixo (g)	0,96
Vitaminas-total (mg): ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, vit. B6 e B12 e ácido fólico	20,95
Água (%)	76,00
Matéria seca (%)	39,50

⁽¹⁾ Informações por 100 g de carne.

Fonte: Marques et al. (2000).

Tabela 3. Dados da performance produtiva em rebanhos de búfalos na Amazônia Oriental, envolvendo, aproximadamente, 1.200 animais, no período de 1994 a 1998.

Raça/GS ⁽¹⁾	PN ⁽²⁾ (kg)	PF ⁽³⁾ (kg)	IPC ⁽⁴⁾ (meses)	IDP ⁽⁵⁾ (dias)	PS ⁽⁶⁾ (dias)	VU ⁽⁷⁾ (anos)
Baio (Ba)	32,91±2,98	474,08±38,71	34,81±2,0	381,00±25,08	71,04±25,08	14,79±2,98
Carabao (Ca)	31,29±2,31	512,08±67,61	38,10±2,24	396,54±29,30	86,54±29,30	10,35±3,76
Jafarabadi (Ja)	34,30±4,31	590,90±23,31	36,70±3,07	391,73±31,29	81,73±31,29	10,87±4,08
Mediterrâneo (Me)	32,07±0,20	498,08±86,80	35,50±2,96	386,66±3,97	72,94±2,79	7,79±4,08
Murrah (Mu)	33,78±3,44	504,07±69,44	34,67±2,87	383,72±4,66	68,30±3,08	6,86±4,08
½Mu	32,50±2,49	480,00±22,41	35,59±4,46	387,69±30,33	74,16±28,76	-
½Me	32,77±2,96	539,33±18,55	34,61±3,95	396,42±30,62	78,05±25,92	-
½Ca	32,87±12,41	510,33±11,55	35,34±4,56	395,0±13,45	85,01±23,44	-
½Ba	32,33±11,10	489,33±17,33	27,00±21,21	390,56±21,26	89,56±21,62	-
Mestiços	32,80±0,50	481,58±55,43	36,53±3,83	395,60±31,10	74,85±23,52	-

⁽¹⁾ GS – grau de sangue.

⁽²⁾ PN – peso ao nascer.

⁽³⁾ PF – peso da fêmea adulta.

⁽⁴⁾ IPC – idade à primeira cria.

⁽⁵⁾ IDP – intervalo de partos.

⁽⁶⁾ PS – período de serviço.

⁽⁷⁾ VU – vida útil produtiva.

Fonte: Marques e Souza (1996) e Marques (1998).

Tabela 4. Idade, em meses, à primeira cria de bubalinos, por grupo genético estudado no período de 1960 a 1995, em várzea da Amazônia Oriental; média de 346 animais.

Raça / GS ⁽¹⁾	Número de observações	Idade à primeira cria	
		Média	Desvio-padrão
Baio (Ba)	9	34,81	2,00
Carabao (Ca)	16	38,10	2,24
Jafarabadi (Ja)	8	36,70	3,07
Mediterrâneo (Me)	185	35,63	2,63
Murrah (Mu)	36	34,77	2,85
½ MU + QGS ⁽²⁾	10	34,05	4,70
½ Me + QGS (- ½Mu)	22	35,20	2,94
½ Ba + QGS (- ½Mu, ½Me e ½Ja)	19	37,02	3,69
½ Ca + QGS ≠ ½	41	35,74	3,62

⁽¹⁾ GS - grau de sangue.

⁽²⁾ QGS - qualquer grau de sangue.

Fonte: Cardoso (1997).

No final da década de 1980, foi implantado, na Embrapa Amazônia Oriental, um programa de melhoramento genético de búfalos na mesma ocasião em que foi introduzido sêmen de reprodutores das raças Murrah ('Memo' e 'Memoire'), Jafarabadi ('Positiv'), de animais indianos que se encontravam na Bulgária. Sêmen de reprodutores da raça Mediterrâneo foram, também, introduzidos, mais especificamente dos touros 'Nápoli' e 'O sole mio', da Itália. O desempenho produtivo de bubalinos da raça Mediterrâneo obtido por inseminação artificial foi avaliado e os dados de desenvolvimento ponderal se encontram nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 5. Intervalo de partos de bubalinos, em dias, de acordo com os grupos genéticos estudados em várzea da Amazônia Oriental no período de 1960 – 1995; média de 350 animais.

Raça / GS ⁽¹⁾	Número de observações	Intervalo de partos	
		Média	Desvio-padrão
Baio (Ba)	48	381,04	25,08
Carabao (Ca)	54	396,54	29,30
Jafarabadi (Ja)	45	391,73	31,29
Mediterrâneo (Me)	502	384,28	28,38
Murrah (Mu)	101	381,95	28,50
½ Mu + QGS ⁽²⁾	5	385,40	29,80
½ Me + QGS (- ½Mu)	21	383,10	27,34
½ Ba + QGS (- ½Mu, ½Me e ½Ja)	31	388,52	28,72
½ Ca + QGS ≠ ½	23	399,70	28,89

⁽¹⁾ GS - grau de sangue.

⁽²⁾ QGS - qualquer grau de sangue.

Fonte: Cardoso (1997).

Tabela 6. Período, em dias, de serviço de bubalinos de acordo com os grupos genéticos estudados em várzea da Amazônia Oriental no período de 1960 a 1995; média de 350 animais.

Raça / GS ⁽¹⁾	Número de observações	Período de serviço	
		Média	Desvio-padrão
Baio (Ba)	48	71,04	25,08
Carabao (Ca)	54	86,54	29,30
Jafarabadi (Ja)	45	81,73	31,29
Mediterrâneo (Me)	502	74,28	28,38
Murrah (Mu)	101	71,95	28,50
½ Mu + QGS ⁽²⁾	5	75,40	29,80
½ Me + QGS (- ½Mu)	21	73,10	27,34
½ Ba + QGS (- ½Mu, ½Me e ½Ja)	31	78,52	28,72
½ Ca + QGS ≠ ½	23	89,70	28,89

⁽¹⁾ GS - grau de sangue.

⁽²⁾ QGS - qualquer grau de sangue.

Fonte: Cardoso (1997).

Tabela 7. Eficiência reprodutiva média (ERm) de bubalinos, em porcentagem, por grupos genéticos estudados em várzea da Amazônia Oriental no período de 1960 a 1995; média de 950 animais.

Raça / GS ⁽¹⁾	ERm
Baio (Ba)	95,94
Carabao (Ca)	95,91
Jafarabadi (Ja)	93,19
Mediterrâneo (Me)	94,99
Murrah (Mu)	95,65
½ Mu + QGS ⁽²⁾	96,83
½ Me + QGS (- ½Mu)	95,54
½ Ba + QGS (- ½Mu, ½Me e ½Ja)	93,84
½ Ca + QGS ≠ ½	91,82

⁽¹⁾ GS - grau de sangue; ⁽²⁾ QGS - qualquer grau de sangue.

Fonte: Cardoso (1997).

Tabela 8. Vida útil produtiva de bubalinos, em anos, de acordo com os grupos genéticos estudados em várzea da Amazônia Oriental no período de 1960 a 1995; média de 296 animais.

Raça / GS ⁽¹⁾	Número de observações	Período de serviço	
		Média	Desvio-padrão
Baio (Ba)	14	14,79	2,98
Carabao (Ca)	38	10,35	3,76
Jafarabadi (Ja)	38	10,87	4,08
Mediterrâneo (Me)	206	10,47	4,50
Murrah (Mu)	66	9,40	3,00
½ Mu + QGS ⁽²⁾	12	6,58	0,92
½ Me + QGS (- ½Mu)	22	6,97	1,28
½ Ba + QGS (- ½Mu, ½Me e ½Ja)	29	8,91	1,99
½ Ca + QGS ≠ ½	35	7,40	1,92

⁽¹⁾ GS - grau de sangue; ⁽²⁾ QGS - qualquer grau de sangue.

Fonte: Cardoso (1997).

Tabela 9. Dados de produção de leite (kg) e gordura (%) de bubalinos no Brasil.

Fonte (ano de publicação)	Local do estudo	Características estudadas ⁽¹⁾	Valores ⁽²⁾
			1.616,1 ± 16,7 (221,4 dias)
Villares et al. (1979b e 1983)	São Paulo	Produção de leite / lactação	1.184,9 a 1.329,5 (305 dias)
Nunes (1982)	Pará	Produção de leite / lactação (n = 682)	1.513,18
Marques (1984)	Pará	Produção de leite / lactação (n = 682)	1.655,60 ± 306,60 (274,20 ± 64,60)
			1.526 ± 29,30 (Me)
			1.715,90 ± 29,90 (½ MuMe)
Marques (1984)	Pará	Produção de leite total	1.627 ± 40,50 (¾ MuMe)
			1.623,90 ± 59,10 (≥ 7/8 Mu)
Tonhati et al. (1988a)	São Paulo	Produção de leite / lactação (n = 688)	725,45 ± 228,81 kg
Vasconcellos e Tonhati (1996)	São Paulo	Duração de lactação (n = 1.021)	271,02 ± 37,32 dias
Vasconcellos (1998)	São Paulo	Produção de leite / lactação (n = 1.020)	1.496,30 ± 60,70
			1.171,68 ± 253,67 (CV = 21,67 %)
Toledo et al. (1998)	São Paulo	Produção de leite / lactação (n = 682)	
		Proteína	3,774 ± 0,712 %
		Gordura	6,504 ± 1,315 %
		Acidez	16,848 ± 3,556 °D
		Densidade	1,034 ± 0,002

⁽¹⁾n – número observações; ⁽²⁾CV – coeficiente de variação; **Me** – Mediterrâneo; **Mu** – Murrah.

Tabela 10. Características produtivas de búfalos no Brasil.

Fonte	Gordura total no leite (kg)			
Villares et al. (1979b)	113,1			
	Gordura no leite (%)			
Villares et al. (1979b)	6,98			
Villares et al. (1983)	6,4			
Marques (1984)	7,10 ± 0,8			
Villares e Ramos (1983)	6,28			
	Produção de leite/dia (kg)			
	7,625 (\bar{X})			
Villares e Ramos (1983)	Ja	9,707		
	Me	8,136		
	Mu	6,969		
Barbosa et al. (1987)	Variação de 3,36 a 6,95			
Ramos (1990)	Mestiças	13,951		
	Ja	13,876		
	Mu	9,517		
	Me	9,111		
	Grupo genético (Elite)	\bar{X}	Máximo	Mínimo
	Mestiças	14,747	22,483	6,333
	Ja	16,003	18,370	14,050
	Mu	14,995	18,733	13,833
	Me	11,933	13,833	10,000

Ja - Jafarabadi, **Mu** – Murrah, **Me** – Mediterrâneo.

Tabela 11. Dados da eficiência reprodutiva de búfalos no Brasil.

Fonte	Local do estudo	Características estudadas	Valores
Sampaio Neto et al. (2001)	São Paulo	Idade à primeira cria	1.132,69 ± 166,99 dias (37,14 meses)
		Intervalo de partos	430,79 ± 100,44 dias
Traad da Silva et al. (1991)	Paraná	Idade à primeira cria	38,28 meses
		Intervalo de partos	399,22 dias
		Eficiência reprodutiva	91,54 %
Cassiano et al. (2003)	Pará	Período de serviço	191,30 dias
		Intervalo de partos	380,32 dias
Marques et al. (1985)	Pará	Idade ao primeiro parto	1.194,6 dias
Baruselli (1997)	São Paulo	Idade ao primeiro parto	1.068,9 dias
Pereira e Tavares (2000)	Porto Velho	Idade ao primeiro parto	1.132,21 ± 214 dias
Barros e Moura (1999)	Ceará	Idade ao primeiro parto	33,9 ± 5,01 meses
		Intervalo de partos	375,6 ± 35,4 dias

Tabela 12. Dados reprodutivos de bubalinos no Brasil.

Fonte	IPC ⁽¹⁾ (meses)	
	$(\bar{X} \pm s)$	
Nogueira et al. (1989)	Me	37,70 ± 1,10
	Ja	35,29 ± 1,79
Marques et al. (1985)		39,80 ± 5,10
	½ MuMe	39,7 ± 0,9
	Me	41,6 ± 1,1
	¾ MuMe	43,2 ± 0,9
	≥ 7/8 Mu	43,9 ± 1,1
-	IDP ⁽²⁾ (dias)	
-	$(\bar{X} \pm s)$	
Villares et al. (1979a)	Vale do Tietê	390,4 ± 15,4
	Vale do Ribeira	396,4 ± 4,1
Marques (1986)		462,9 ± 104,2
	½ MuMe	450,20 ± 8,40
	¾ MuMe	471,50 ± 13,30
	≥ 7/8 Mu	484,40 ± 21,70
	Me	491,20 ± 10,50
-	ER ⁽³⁾ (%)	
-	$(\bar{X} \pm s)$	
Villares et al. (1979a)	Vale do Tietê	92,2
	Vale do Ribeira	93,5
Marques (1984)		Amazônia 78,2
	½ MuMe	74,5
	¾ MuMe	81,1
	≥ 7/8 Mu Mu	77,5
	Me	75,6

⁽¹⁾ IPC – idade à primeira cria; ⁽²⁾ IDP – intervalo de partos; ⁽³⁾ ER – eficiência reprodutiva; Ja - Jafarabadi, Mu – Murrah, Me – Mediterrâneo.

Tabela 13. Médias do rendimento de carcaça de bubalinos no Brasil.

Características	Valores
Peso vivo de abate (kg)	484,30
Carcaça quente (kg)	251,68
Rendimento carcaça (%)	52
Cabeça (kg)	18,00
Pele (kg)	48,00
Língua (kg)	2,20
Coração (kg)	2,50
Fígado (kg)	6,50
Rins (kg)	1,70
Estômago limpo (kg)	9,70

Fonte: Marques et al. (2000).

Tabela 14. Média da composição da carcaça de bubalinos no Brasil.

Composição média (%)				Relação carne / ossos
Carne	Ossos	Gordura	Tendões	
69,73	19,40	18,01	2,52	4,01

Fonte: Marques et al. (2000).

Tabela 15. Desenvolvimento ponderal médio, em quilogramas, de machos bubalinos na Embrapa Amazônia Oriental no período de 1992 a 1995.

Idade	Touro			
	'Napoli'		'O sole mio'	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Ao nascer	39,19	36,66	39,20	38,00
30 dias	70,48	66,23	69,46	67,69
90 dias	123,14	116,38	122,71	120,39
180 dias	194,61	188,61	193,10	185,45
1 ano	292,58	285,18	273,66	254,50
1,5 ano	405,34	365,78	379,11	346,42
2 anos	483,30	437,26	456,00	429,12
2,5 anos	509,20	467,72	502,00	478,68
3 anos	590,20	542,50	594,65	551,94

Fonte: Marques e Souza (1999).

Tabela 16. Ganho de peso diário médio, em quilogramas, de machos bubalinos na Embrapa Amazônia Oriental no período de 1992–1995.

Idade	Touro			
	'Napoli'		'O sole mio'	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
30 dias	1,04	0,99	1,05	0,99
90 dias	0,93	0,89	0,93	0,92
180 dias	0,86	0,84	0,85	0,82
1 ano	0,69	0,68	0,64	0,59
1,5 ano	0,67	0,60	0,62	0,56
2 anos	0,60	0,55	0,57	0,54
2,5 anos	0,51	0,47	0,51	0,48
3 anos	0,50	0,46	0,51	0,47

Fonte: Marques e Souza (1999).

Tabela 17. Tempo, em horas, utilizado para o desenvolvimento das principais atividades agrícolas em um hectare na Embrapa Amazônia Oriental, no período de 1987–2002.

Operação	Quantidade		Equipamento	Tempo utilizado
	Búfalo	Homem		
Aração	1	1	Arado de aiveca fixa	25,0
Gradagem	1	1	Grade de 10 discos	15,0
Nivelamento	1	1	Grade de ponta	3,0
Semeadura	1	2	Semeadeira/adubadeira	10,5
Capina	1	2	Cultivador de enxadas	11,0

Fonte: Martinez et al. (1985).

Tabela 18. Tempo, em horas, utilizado para o desenvolvimento das principais atividades agrícolas – preparo de canteiros/dia em horticultura na Embrapa Amazônia Oriental, no período de 1987–2002).

Número de canteiros	Dimensão (m)	Equipamento	Quantidade		Tempo utilizado
			Animal	Búfalo	
9	1,4 x 50,0	Arado de aiveca fixa	1	1	5
4	1,4 x 50,0	Enxada	-	1	5

Fonte: Martinez et al. (1985).

Tabela 19. Tempo, em dias, utilizado para o desenvolvimento das principais atividades agrícolas (capina) na Embrapa Amazônia Oriental, no período de 1987 a 2002.

Tipo	Número de homens	Dias/hectare
Búfalo	2	2
Manual, com enxada	2	7

Fonte: Martinez et al. (1985).

Parâmetros genéticos

Um dos grandes problemas da bubalinocultura é a falta de reprodutores selecionados que imprimam ganho genético para leite e carne, possibilitando efetivo melhoramento genético dos rebanhos e, adicionalmente, o acesso às alternativas de manejo reprodutivo, principalmente, às biotécnicas atuais, tendo como base a inseminação artificial.

Segundo Silveira (2001), o conhecimento de parâmetros genéticos é necessário na estimativa de valores genéticos, na combinação de características em índices de seleção, na otimização de esquema de seleção, bem como na previsão de respostas à seleção. Esses parâmetros só podem ser obtidos com a implantação de serviço de escrituração zootécnica nas fazendas, ou seja, com as anotações sobre todos os dados dos animais e suas produções e ocorrências em geral.

Dados das correlações, herdabilidade e repetibilidade das características produtivas e reprodutivas, obtidas em vários rebanhos de todo o País, encontram-se nas Tabelas 20 e 21, segundo Marques (1991), Cardoso (1997) e Cassiano et al. (2003, 2004). As estimativas para as mudanças genéticas, fenotípicas e de ambiente para o intervalo de partos foram, respectivamente, -2,96, -6,58 e -3,99 dias; no caso da produção de leite por lactação e produção de gordura foram, respectivamente, -14,33 e -0,69; 8,32 e 1,54; 22,65 e 2,23. Com base nesses estudos e na opinião de vários técnicos, estão resumidos, na Tabela 22, os principais índices zootécnicos sugestivos para a criação de búfalos no Brasil.

Tabela 20. Correlações genéticas (r_g), fenotípicas (r_p) e de ambiente (r_e) entre as características produtivas de bubalinos no Brasil no período de 1966-1986.

Características ⁽¹⁾	n ⁽²⁾	Produção de leite por lactação		
		r_g	r_p	r_e
PGO (kg)	484	-0,944 ± 0,187	0,113	0,680
PG (%)	484	0,884 ± 0,287	0,894	0,965
PD (kg)	296	0,910 ± 0,163	0,618	0,508
PLIDP	296	0,857 ± 0,222	0,699	0,664
IDP	296	0,290 ± 0,701	0,092	0,058
PS	296	0,289 ± 0,698	-	-
Produção de gordura				
PG (%)	464	-0,677 ± 0,510	0,525	0,818
PD (kg)	464	-0,898 ± 0,207	-0,068	0,498
PLIDP	296	-0,827 ± 0,365	0,000	-1,295
IDP	296	0,297 ± 0,544	-0,028	0,450
PS	296	0,278 ± 0,542	-0,029	0,435
Porcentagem de gordura				
PD (kg)	-	0,321 ± 0,555	0,455	0,608
PLIDP	-	0,179 ± 0,805	0,632	0,699
IDP	-	0,829 ± 0,936	0,085	0,008
PS	-	0,805 ± 0,931	0,085	0,010

⁽¹⁾ **PGO** – produção de gordura; **PG** – porcentagem de gordura; **PD** – produção de leite por dia; **PLIDP** – produção de leite por dia de intervalo de partos; **IDP** – intervalo de partos; **PS** – período de serviço; ⁽²⁾**n** – número de observações.

Fonte: Marques e Souza (1999).

Tabela 21. Herdabilidade (h^2) e repetibilidade (t) de características produtivas e reprodutivas em búfalos.

Características	h^2	t
Reprodutiva		
Idade à primeira cria	0,249 ± 0,113	-
Período de serviço	0,039 ± 0,033	0,115 ± 0,026
Intervalo de partos	0,096 ± 0,046	0,133 ± 0,026
Produtiva		
Produção de leite por lactação	0,304 ± 0,151	0,456 ± 0,048
Produção de gordura	0,049 ± 0,072	0,452 ± 0,048
Porcentagem de gordura	0,396 ± 0,117	0,496 ± 0,046
Produção de leite animal/dia	0,412 ± 0,181	0,455 ± 0,052
Produção de leite/dia de IDP ⁽¹⁾	0,262 ± 0,153	0,344 ± 0,065
Período de serviço	0,072 ± 0,103	0,183 ± 0,030

⁽¹⁾ IDP – intervalo de partos.

Fonte: Marques e Souza (1999).

Tabela 22. Índices zootécnicos sugestivos para a criação de búfalos no Brasil.

Discriminação	Sistema de criação		
	Extensivo	Intensivo ⁽¹⁾	Semi-intensivo ⁽²⁾
Capacidade de Suporte	1 UA ⁽³⁾ /6 ha·ano	1 UA/4,5 ha·ano	1 UA/ha·ano
Natalidade	60 %	90 %	75 %
Mortalidade até 1 ano	8 %	2 %	4 – 6 %
Mortalidade de 1 ano a 2 anos	5 %	1 %	1 %
Mortalidade de adultos	4 %	1 %	1 %
Descarte	5 %	> 20 %	15 %
Idade de abate	4 a 5 anos	18 a 24 meses	2,5 anos
Peso de abate	350 a 400 kg	> 450 kg	400 kg
Idade da primeira cria	> 3,5 anos	2,5 anos	3 anos
Relação touro: vaca	1 : 20	I. A. ⁽⁴⁾	1 : 30
Vida útil produtiva / tempo no rebanho (anos)	> 10	4	8
Retorno financeiro	Baixo	Alto	Médio

⁽¹⁾Pastagens cultivadas de boa qualidade; ⁽²⁾Pastagem cultivada de baixa qualidade; ⁽³⁾ UA – matriz de 450 kg de peso vivo/pastagens nativas; ⁽⁴⁾ I. A. – inseminação artificial.

Concluindo, todos os trabalhos técnico-científicos indicam que os búfalos apresentam boa performance produtiva e reprodutiva para as condições de pastagens cultivadas e nativas de terra inundável do País, podendo, efetivamente, constituir grande alternativa para o fornecimento de proteínas nobres.

Referências

- BARBOSA, C.; NOGUEIRA, J. R.; NARDON, R. F.; PIRES, F. L.; CAMPOS, B. E.; FEITOSA, A. S. L. Distribuição anual da produção de leite do plantel bovino tropical (5/8 Europeu x 3/8 Gir) e bubalino da raça Mediterrâneo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 3, p. 197 – 214, 1987.
- BARROS, S. C.; MOURA, A. A. Intervalo entre partos, período de serviço, idade à primeira cria e peso ao nascer de búfalos (*Bubalus bubalis* L.) da raça Murrah no estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS, 1999. **Anais...** 119 p.
- BARUSELLI, P. S.; MUCCIOLO, R. G.; VISINTIN J. Á.; VIANA, W. G.; ARRUDA, R. P., MADUREIRA, E. H.; OLIVEIRA, C. A.; MOLERO-FILHO, J. R. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in buffalo (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, New York, v. 47, p.1531-1547, 1997.
- CARDOSO, L. S. **Avaliação de características reprodutivas de búfalos**(*Bubalus bubalis* L.) **nas várzeas do Médio Amazonas**. Belém, PA: UFPA-CCB, 1997. 66 p. Dissertação de Mestrado apresentada à UFPA, Belém, PA.
- CASSIANO, L. A. P.; MARIANTE, A. S.; MCMANUS, C.; MARQUES, J. R. F.; COSTA, N. Caracterização fenotípica de raças bubalinas nacionais e do tipo Baio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1337-1342, nov. 2003.
- CASSIANO, L. A. P.; MARIANTE, A. S.; MCMANUS, C.; MARQUES, J. R. F.; COSTA, N. A. Parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas de búfalos na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 5, p.451-457, 2004.
- COSTA, N. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; TEIXEIRA NETO, J. F.; BAENA, A. R. C.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M. Buffalo meat production on intensive rotationed grazing system on Castanhal, Pará State, Brazil. In: SIMPÓSIO DE BÚFALOS DAS AMÉRICAS, 1., 2002, Belém. **Proceedings...** Belém: ABCB: APCB: FCAP: Embrapa: UFPA: IBF, 2002a. p. 393-395.
- COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; TEIXEIRA NETO, J. F.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M. Ponderal performance of buffaloes chemically castrated in Belém, Pará State, Brazil. In: SIMPÓSIO DE BÚFALOS DAS AMÉRICAS, 1., 2002, Belém, PA. **Proceedings...** Belém, PA: ABCB:APCB:FCAP:Embrapa:UFPA:IBF, 2002b. p. 502-505.
- LOURENÇO JUNIOR, J. B.; LOURENÇO, V. V.; COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; LOURENÇO, L. F. H.; SOUSA, C. L.; SANTOS, N. F. A. Evaluation of carcass income and physical-chemical characteristics of the “baby buffalo” meat. In: SIMPÓSIO DE BÚFALOS DAS AMÉRICAS, 1., 2002, Belém, PA. **Proceedings...** Belém, PA: ABCB:APCB:FCAP:Embrapa:UFPA:IBF, 2002. p. 573-575.
- LOURENÇO JUNIOR, J. B.; SIMÃO NETO, M.; SA, T. D. A.; CAMARÃO, A. P.; LOURENÇO, A. V.; MORAES, M. P. S.; SILVA, J. A. R. Carcass characteristics and composition of cattle and water buffaloes raised on cultivated pasture ecosystem Marajo island, Brazil. **Buffalo Journal**, v. 3, p. 277-285, 2000.

- MARQUES, J. R. F. **Alguns aspectos da eficiência produtiva em bubalinos no trópico úmido brasileiro**. 1984. 88 f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1984.
- MARQUES, J. R. F. **Avaliação genético-quantitativa de alguns grupamentos raciais de bubalinos (*Bubalus bubalis* L.)**. Botucatu. 1991. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. 1991.
- MARQUES, J. R. F. **Búfalos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa-SCT; Embrapa- CPATU, 2000. 176 p. (Coleção 500 Perguntas, 500 respostas. Embrapa-SCT).
- MARQUES, J. R. F. **Estratégia para o aumento da produtividade de bovídeos na Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental - SINSEP, 1998. 19 p. (Embrapa-Sinsep. Relatório de Subprojeto 06.0.94.690.01, 1998).
- MARQUES, J. R. F. **Programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA: EAO, 1999. 49 p. (EAO. Documentos, 29).
- MARQUES, J. R. F.; BATISTA, H. A. M.; NASCIMEN-TO, C. N. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; CARVALHO, L. O. D. M.; COSTA, N. A.; ANDRADE, V. J.; PIMENTEL, E. S. **Idade à primeira cria em bubalinos no trópico úmido brasileiro**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1985. 13 p. (Boletim de Pesquisa, 70).
- MARQUES, J. R. F.; BATISTA, H. A. M.; NASCIMENTO, C. N. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; CARVALHO, L. O. D. M.; COSTA, N. A.; ANDRADE, V. J.; PIMENTEL, E. S. Intervalo entre partos em búfalas no trópico úmido brasileiro. **Boletim de Pesquisa**, Belém, n. 73, p. 1-17, 1986.
- MARQUES, J. R. F.; SOUZA, H. E. M. **Programa de melhoramento genético de búfalos da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, v.1. p.49. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 29).
- MARTINEZ, G. B; MOURA CARVALHO, L. O. D.; GARNER, J.; NASCIMENTO, C. N. B.; MONTEIRO, J. de S. **Tração animal com bubalinos**. Belém, PA: Embrapa- CPATU, 1985. 20 p.
- MOURA CARVALHO, L. O. D.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA, N. A.; BAENA, A. R. C. Buffalo milk and meat production systems on a small farm in Amazon. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMERICAS, 1., 2002, Belém, PA.. **Anais...** Belém, PA: Estação das Docas, 2002. p.71-81.
- NASCIMENTO, C. N. B.; GUIMARÃES, J. M. A. B. **Fatores afetando o peso ao nascer de búfalos pretos**. Belém, PA: Ipean, 1970. p. 41-57. (Ipean. Estudos sobre bubalinos, v. 1, n. 2).
- NASCIMENTO, C. N. B.; SALIMOS, E.P.; MOURA CARVALHO, L.O.D.; LOURENÇO JÚNIOR, J.R. Peso ao nascer e desenvolvimento ponderal de búfalos em pastagem nativa. In: ENCONTRO SOBRE BUBALINOS, 1979, Araçatuba, SP. **Anais...** Araçatuba: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos:Unesp:Cati:SBZ, 1979. p.218-219.
- NOGUEIRA J. R.; BARBOSA, C.; MATTOS, J. C. A.; CAMPOS, B. E. S.; CAPELOZZA, C. N. Z. Aspectos da eficiência reprodutiva de bubalinos das raças Mediterrâneo e Jafarabadi. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, SP, v. 46, n. 1, p.45-53, 1989.
- NUNES, M. B. **Fatores genéticos e não genéticos como causa de variação da produção de leite e da duração da lactação em bubalinos** 1982. 56 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- PACOLA, L. J.; NASCIMENTO, J.; REICHERT, R. H.; RAZOOK, A. G. Desempenho de bubalinos em Sertãozinho, São Paulo. In: ENCONTRO SOBRE BUBALINOS, 1979, Araçatuba, SP. **Anais...** Araçatuba: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos: Unesp: CAT: SBZ, 1979. p.160-161.

PEREIRA, R. G. A.; TAVARES, A. C. **Comportamento produtivo de búfalos para carne em Porto Velho-RO**. Rondônia: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000. p. 1-15 (CT/183, Embrapa-CPAF).

RAMOS, A. A. **Resultados do V Torneio Leiteiro de Búfalas do Brasil Central 1990**. Botucatu, FMVZ-Unesp, 1990. 13 p.

SAMPAIO NETO, J. C.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. N. B.; TONHATI, H. Avaliação dos desempenhos produtivos e reprodutivos de um rebanho bubalino no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 368-373, 2001.

SILVEIRA, J. C. **Estudo da influência de fatores genéticos e ambientais sobre as características produtivas e reprodutivas em bovinos Nelore no Estado de Mato Grosso do Sul**. Brasília, 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.

TOLEDO, L. M.; TONHATI, H.; OLIVEIRA, J. F. S.; ANDRÉ CALLEFI DE SOUZA, A. C. Produção e composição físico-química do leite de búfalas na região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.282-284.

TONHATI, H. Controle leiteiro em búfalas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., Uberaba, MG, 1998. **Anais...** Uberaba, MG. 1998. p. 53-58.

TRAAD DA SILVA, M. E.; PINTO, J. M.; KROETZ I. A.; PEROTTO, D. Performance of a Murrah buffalo production system in the Paraná state-Brazil. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 3., Varna, 1991. **Proceedings...** Sofia: Agricultural Academy, 1991. v. 1. 28 p.

VASCONCELOS, J. L. M. **Avaliação do protocolo de sincronização de ovação “ovsynch” e de fatores relacionados à associação entre produção de leite e taxa de concepção** Jaboticabal. 128 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1998.

VILLARES, J. B.; CORRÊA, A. Z. R.; ROCHA, G. P.; RAMOS, A. A.; BLASI, A. C. Controle leiteiro de búfalas Murrah, Jafarabadi, Mediterrâneo e outras. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 3., Botucatu, 1983. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1983. p. 224 – 237.

VILLARES, J. B.; RAMOS, A. A. Prova zootécnica de torneio leiteiro de bubalinos no Brasil Central. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 3., Botucatu, 1983. **Anais...** Botucatu: FMVZ-Unesp, 1983. p. 238-249.

VILLARES, J. B.; RAMOS, A. A.; ROCHA, G. P. Eficiência reprodutiva de búfalos Jafarabadi nos vales do Tietê e do Ribeira em São Paulo, Brasil. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J. B.; MOURA, J. C. de (Ed.). **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargill, 1979a. 322 p. p.118-132.

VILLARES, J. B.; SANTIAGO, A. A.; BATTISTON, W. C. A produção de leite de búfalas em São Paulo. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J. B.; MOURA, J. C. de (Ed.). **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargill, 1979b. p. 253-276.

Capítulo 8

Gramíneas cultivadas

Valéria Pacheco Batista Euclides
Manuel Cláudio Motta Macedo
Sila Carneiro da Silva
Domicio do Nascimento Junior
Cacilda Borges do Valle
Rodrigo Amorim Barbosa

A utilização de pastagens durante a década de 1960 e início da década de 1970 foi caracterizada pelo baixo uso de insumos e de tecnologias. Segundo Peixoto (1973), a atividade agropecuária se desenvolvia em área de, aproximadamente, 122 milhões de hectares, dos quais 86 % eram de pastos nativos e apenas 14 % de pastos cultivados. Até então, predominava, na região do Cerrado (2 milhões de quilômetros quadrados, 25 % do território nacional), a bovinocultura extensiva, em face dos solos pobres em nutrientes e impróprios para explorações agrícolas de maior valor econômico agregado.

Em conseqüência tanto do esgotamento de terras disponíveis para a ocupação da agropecuária quanto da necessidade de aumento da produtividade agrícola, houve o direcionamento da produção para novas áreas e a conseqüente expansão agrícola. Nesse contexto, a região do Cerrado tornou-se estratégica para a incorporação de novas áreas, quer seja pela sua posição geográfica quer seja por suas características físico-ambientais, que propiciavam a expansão da produção agropecuária nos padrões da nova agricultura moderna, baseada no pacote tecnológico da Revolução Verde.

A atuação do Estado foi decisiva na ocupação agrícola do Cerrado e para que esse se transformasse na região mais importante para a pecuária nacional. Nesse contexto, pode-se mencionar a atuação determinante do Programa para o Desenvolvimento do Cerrado (Polocentro), do Conselho Nacional da Pecuária (Condepe) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Segundo Corrêa et al. (1977), como resultado dos recursos destinados ao Polocentro e de sua abrangência (armazenamento, energia, assistência técnica, pesquisa agropecuária, transporte, crédito rural subsidiado, eletrificação rural, mecanização e utilização de correção e adubação do solo), a região começou a ser intensamente explorada.

Também foi criado, em 1975, o Programa Nacional de Pastagem (Pronap), com o objetivo de aperfeiçoar o manejo e a alimentação do rebanho bovino, especialmente no período da seca, mediante a formação de pastagens cultivadas ou do melhoramento das pastagens naturais. Para isso, foi instituída uma linha de crédito subsidiado para a formação de áreas adicionais de pastagens destinadas à alimentação do rebanho na entressafra.

A despeito dos grandiosos projetos implantados na Amazônia e na região do Cerrado, a década de 1980 caracterizou-se por condições econômicas fortemente desfavoráveis, quais sejam, recessão interna, interrupção dos financiamentos externos, agravamento do déficit público, queda dos preços internacionais das commodities e dos produtos agroindustriais exportados pelo País. Esse processo trouxe como consequência a descontinuidade dos programas de crédito, resultando em decréscimos nos investimentos para implantação e manutenção das pastagens (CORRÊA, 1986), associados ao desconhecimento da ecofisiologia das plantas forrageiras e da ecologia do pastejo, o que contribuiu para que o complexo solo-planta entrasse em processo de degradação.

Assim, a manutenção de níveis satisfatórios de produção de forragem, compatíveis com o clima e com as condições físico-químicas do solo, a fim de manter o sistema sustentável ao longo do tempo, constituiu-se e vem sendo, desde então, a norteadora dos programas de pesquisa com pastagens no Brasil, os quais, nos últimos dez anos, têm sido decisivos para a pecuária nacional. Nesse período, parte expressiva do setor se distanciou da prática extrativista, a qual caracterizou a atividade por muitos anos e tem sido exemplo de capacidade de ajustes e adaptação à realidade do mercado atual que castiga os setores não-competitivos e ineficientes. Nesse contexto, as pastagens assumem dois aspectos fundamentais: o primeiro é que viabilizam a competitividade brasileira e o segundo é o fato de possibilitarem o atendimento da grande demanda mundial por alimento, produzido de forma, natural, com respeito ao ambiente e aos animais. É esse cenário que tem balizado a reestruturação da cadeia produtiva e o fortalecimento dos sistemas de produção de bovinos em pastagens no País.

Assim, o conhecimento do potencial produtivo, em termos quantitativos e qualitativos das diversas espécies forrageiras, o estabelecimento do manejo adequado para cada uma delas e a busca de novas alternativas de utilização constituíram-se nos principais pilares geradores das novas tecnologias responsáveis por incrementos significativos da produção de bovinos em pastagens.

Seleção e melhoramento de gramíneas forrageiras

A política de expansão de fronteira no final dos anos de 1960 e início dos anos de 1970, particularmente no Cerrado, impôs grande desafio à pecuária brasileira e com ele a necessidade de se identificarem opções forrageiras adaptadas às condições do Cerrado brasileiro. Nessa busca, muitas foram as contribuições, podendo-se ressaltar os trabalhos de Pereira et al. (1966), Gomide et al. (1974), Monteiro et al. (1974), Macêdo e Escuder (1980) e CNPGC (1979, 1980).

Nesse contexto, a introdução da *Brachiaria decumbens* Stapf., cultivar Basilisk, pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI), em Matão, São Paulo, no início da década de 1960, é considerada como a alavanca da bovinocultura de corte brasileira. A boa adaptabilidade aos solos ácidos e pobres, a fácil multiplicação por sementes associada à agressividade na competição com plantas invasoras, e o bom desempenho animal, comparados às pastagens nativas, explicam a rápida expansão dessa braquiária no Brasil. A capacidade de suporte das pastagens no Cerrado foi praticamente triplicada com a introdução dessa gramínea. Enquanto as pastagens nativas requeriam três a quatro hectares por cabeça e as pastagens de capim-gordura (*Milinis minutiflora* P. Beauv.) ou jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.] eram manejadas na base de 0,3 a 0,6 cabeça por hectare no Cerrado, os pastos de *B. decumbens*, bem manejados, suportavam, em média, de 1 cabeça a 1,5 cabeça por hectare durante o ano.

No entanto, pela revolução causada por essa gramínea, sua expansão ocorreu por milhões de hectares e esse monocultivo trouxe alguns problemas, tais como a cigarrinha-das-pastagens (*Zulia entreciana* Berg., *Deois flavopicta* Stal e *Deois schach* Fabr.), a fotossensibilização e extensas áreas de pastagens degradadas resultantes do manejo inadequado (superpastejo e/ou ausência de adubações de manutenção). Esses fatores, associados à necessidade de se produzir observando-se os cuidados ambientais e buscando-se melhoria da competitividade, têm sido os mobilizadores da necessidade de melhoria genética dos materiais forrageiros e da busca de novas cultivares.

A partir da década de 1980, foram iniciados os programas de melhoramento genético forrageiro no Brasil em resposta à crescente demanda por novas cultivares que respondessem à intensificação da produção pecuária. Enquanto estudos de reprodução, ploidia, filogenia, biologia floral, entre outros, eram empreendidos, a seleção a partir da variabilidade natural reunida em coleções foi o principal método de melhoramento, que resultou na liberação da maioria das cultivares em uso. Apesar da importância desse método e de sua

simplicidade, rapidez e facilidade, a limitação imposta pela capacidade adaptativa natural levou à incorporação da recombinação genética aos processos de melhoramento de plantas forrageiras. Atualmente, os principais programas de melhoramento de plantas forrageiras em andamento são o de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.), pela Embrapa Gado de Leite e pelo Instituto Pernambucano de Agropecuária (IPA), o de *Brachiaria* e de *Panicum*, pela Embrapa Gado de Corte e o de *Paspalum*, pela Embrapa Pecuária Sudeste.

Como fruto de esforços conjugados de diferentes grupos de pesquisa, foi lançada, em 1984, a *Brachiaria brizantha* Hochst Stapf., cultivar Marandu, que, além de resistente à cigarrinha-das-pastagens, é agressiva, possui elevada resposta à adubação, boa produtividade e boa produção de sementes. Decorridos 10 anos do seu lançamento, o capim-marandu ocupava quase metade da área cultivada com pastagens no trópico brasileiro (ANDRADE; VALENTIM, 2004), substituindo boa parte da área anteriormente ocupada com a *B. decumbens*. As conseqüências ruins desse novo monocultivo não tardaram e, em 1994, foram constatados casos de morte dessa planta forrageira no Acre, no Pará, em Rondônia e em outras localidades da região Amazônica (ANDRADE; VALENTIM, 2004). No final dos anos de 1990, foram detectados novos focos com ocorrências freqüentes nos estados de Mato Grosso, Maranhão e Tocantins (VALLE et al., 2000). A importância desse problema como causa de degradação dos pastos dessa gramínea, bem como os principais fatores envolvidos na mortalidade desse pasto encontram-se em uma abrangente publicação editada por Barbosa (2006).

Esses fatos demonstram a importância da busca de alternativas para maior diversificação de pastagens no contexto da exploração animal. Por isso, essa tem sido a atividade que, ao longo dos anos, vem sendo desenvolvida por diversas instituições de pesquisa do País e os resultados desse esforço podem ser observados diretamente nos sistemas de produção pelos seus reflexos nos incrementos de produtividade do setor pecuário de modo geral.

Podem ser mencionados, como resultantes dessas iniciativas, o lançamento de diversas cultivares de gramíneas ocorrido nos últimos anos e que, hoje, se encontram em maior ou menor proporção incorporadas aos sistemas de produção de Norte a Sul do País (CÂNDIDO et al., 2005; MACEDO, 2005; PEREIRA et al., 2005; LOURENÇO JÚNIOR; GARCIA, 2006). Assim, têm-se os seguintes exemplos de cultivares liberadas para o mercado para o gênero *Panicum*: Tobiata, Centenário e Centauro, lançadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC); Aruana, pelo Instituto de Zootecnia de São Paulo (IZ); Vencedor, pela Embrapa Cerrados; Tanzânia, Mombaça e Massai (Fig. 1), pela Embrapa Gado de Corte; e Milênio, pelo Instituto Agronômico do Paraná (Iapar) e Embrapa Gado de Corte (JANK et al., 1994; EUCLIDES et al., 2000).

Com respeito ao gênero *Brachiaria*, destacam-se a cultivar Marandu, lançada pelo esforço conjunto da Embrapa Gado de Corte e da Embrapa Cerrados; a cultivar Iapar 56, lançada pelo Iapar; e as cultivares Xaraés (Fig. 2) e Piatã, lançadas pelo esforço conjunto da Embrapa Gado de Corte, da Embrapa Cerrados, da Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira (Ceplac) e do IZ (VALLE et al., 2004; EUCLIDES et al., 2005).

Foto: Rodrigo Amorim Barbosa



Fig. 1. Pasto de capim-massai (híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* e *P. infestum* cv. Massai), sob lotação intermitente.

Foto: Luiz Antônio Dias Leal



Fig. 2. Pasto de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés), sob lotação contínua.

Para o gênero *Andropogon*, merecem destaque a cultivar Planaltina, resultado do trabalho desenvolvido pela Embrapa Cerrados, e a cultivar Baeti, oriunda da Embrapa Pecuária Sudeste (BATISTA; GODOY, 1995). Para o gênero *Pennisetum*, pode-se mencionar a cultivar Pioneiro, colocada no mercado pela Embrapa Gado de Leite (BOTREL et al., 1994; DAHER et al., 1997); e para o gênero *Paspalum*, a cultivar Pojuca, lançada pela Embrapa Cerrados.

A importância das pastagens cultivadas para os sistemas de produção no Brasil pode ser avaliada pelos dados da Tabela 1 enquanto na Tabela 2 pode-se verificar o papel das novas alternativas forrageiras na diversificação do substrato forrageiro na composição dos pastos. No entanto, uma análise das informações contidas na Tabela 2, diante do volume liberado de cultivares de diferentes espécies, permite concluir que os sistemas de produção são pouco diversificados. Uma possível razão para isso talvez seja, segundo Euclides (2000), o fato de a substituição de plantas forrageiras não estar sendo acompanhada de práticas de manejo adequadas, associadas e planejadas com base na dinâmica e no padrão de crescimento das plantas.

Tabela 1. Área de pastagens cultivadas e total (cultivadas e nativas), em 1.000 ha, nas diferentes regiões do Brasil em 1970 e 1985, e estimada em 1995.

Região	1970		1985		1995	
	Cultivada	Total	Cultivada	Total	Cultivada	Total
Norte	638	4.428	9.122	20.877	14.763	24.387
Nordeste	5.751	27.875	11.866	35.149	12.100	32.076
Sudeste	10.663	44.739	16.723	42.487	20.453	37.777
Sul	3.637	21.613	6.142	21.433	7.017	20.696
Centro-Oeste	9.073	55.483	30.252	59.244	45.300	62.764
Brasil	29.782	154.138	74.105	179.190	99.953	177.700

Fonte: Zimmer et al. (2002).

É importante ressaltar que o critério de seleção e as características orientadoras dos programas de cruzamento são, em parte, dependentes do ambiente onde a planta forrageira deverá ser utilizada, do gênero em foco e do objetivo-fim do programa de melhoramento genético. Assim, apesar de a produção e a produtividade serem essenciais, outros parâmetros são importantes nesse processo de desenvolvimento de novas cultivares. Além dos aspectos de qualidade nutricional, tem-se dado grande ênfase a outras características, tais como boa distribuição estacional da produção, boa produção de sementes, adaptação a diferentes condições de solo e de clima e resistência a pragas e doenças.

Manejo das pastagens

O estabelecimento de pastagens é um processo fundamental ao sucesso do empreendimento pecuário. Nesse sentido, vários trabalhos foram

Tabela 2. Distribuição aproximada das gramíneas forrageiras cultivadas na região dos Cerrados em 1995 e em 2005, em milhões de hectares.

Gramíneas forrageiras	1995		2005	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	26,4	55	15,0	25
<i>B. brizantha</i>	9,6	20	30,0	50
<i>B. humidicola</i>	4,3	9	5,4	9
<i>B. ruziziensis</i> e <i>B. dictyoneura</i> , etc.	0,5	1	0,6	1
Subtotal	40,8	85	51,0	85
<i>Panicum maximum</i> cv. colonião	3,8	7	1,2	2
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia e Mombaça	0,4	1	4,8	8
<i>P. maximum</i> cv. Tobiata e Centenário	0,6	2	1,2	2
Subtotal	4,8	10	7,2	12
Outros gêneros: <i>Andropogon</i> , <i>Melinis</i> e <i>Cynodon</i>	2,4	5	1,8	3
Total	48,0	100	60,0	100

Fonte: Macedo (2005).

desenvolvidos procurando, para as diversas espécies e cultivares, estabelecer e definir aspectos importantes como: método de plantio, densidade e profundidade de semeadura (ALVIM et al., 1989; OBEID et al., 1995; ZIMMER et al., 1994; GARCIA et al., 1998). Os aspectos práticos associados à formação de pastagens foram descritos por Vieira (1997).

O conhecimento das características morfológicas e fisiológicas dos capins é essencial para o estabelecimento de normas adequadas de manejo. É importante ressaltar que existem diferenças entre espécies. Por essa razão, as bases para o estabelecimento do manejo de pastagens foram amplamente discutidas para as espécies de *Brachiaria* (CORSI et al., 1994), para as cultivares do gênero *Panicum* (RODRIGUES; REIS, 1995), para as cultivares do gênero *Cynodon* (DA SILVA et al., 1998) e para o *Pennisetum purpureum* (JACQUES, 1997; RODRIGUES et al., 1999).

É fundamental que os princípios de manejo sejam conhecidos e praticados para que as pastagens possam se manter produtivas e persistentes. A genética da planta define o potencial produtivo, mas o manejo é o responsável pela sua expressão.

A produção de forragem é função do meio, da temperatura e da radiação luminosa disponíveis e é limitada pela disponibilidade de fatores manejáveis,

basicamente, nutrientes e água. A remoção de parte dessa limitação pela introdução de insumos, tais como fertilizantes e irrigação, vai depender do clima e, obviamente, da relação benefício-custo. Os custos dificilmente podem ser alterados para um dado nível de utilização de insumos e, por isso, os esforços devem se concentrar na maximização dos benefícios, ou seja, na otimização da colheita da forragem e, conseqüentemente, na produção animal por meio do manejo do pastejo.

Fertilidade de solos e nutrição mineral

Apesar de serem necessários alguns ajustes, particularmente, nas recomendações de calagem e adubação para as principais forrageiras no Brasil, sobretudo para o Brasil Central Pecuário, as informações hoje disponíveis (Tabela 3) são satisfatórias para o produtor estabelecer adequadamente suas pastagens.

Tabela 3. Níveis críticos de nutrientes no solo para o estabelecimento das principais gramíneas forrageiras no tecido vegetal, para a manutenção da planta, e em relação ao requerimento animal.

Nutriente	Teores no solo (cmol/ dm ³)	Teores no tecido vegetal (g/kg MS)	
		Manutenção da planta	Exigência do animal ⁽¹⁾
Nitrogênio ^(2,3)	-	10,0	18,0
Fósforo ⁽⁴⁾	3,0 - 21,0	0,8 - 1,8	1,8
Potássio	25,0 - 50,0	7,4 - 9,5	7,0
Cálcio	1,0 -1,5	2,1 - 6,0	4,3
Magnésio	0,5	> 1,5	1,0
Enxofre	10,0 -12,0	1,4 - 16	1,7
Sódio	-	-	0,6
Zinco ^(4,5)	1,0	15,0	20,0
Cobre ^(4,5)	1,0	3,0	4,0

⁽¹⁾ Teores que, medidos na planta (ou dieta do animal), correspondem à exigência do animal que ingere o pasto.

⁽²⁾ Proteína bruta crítica para manutenção dos animais aproximadamente = 6,25 % (1 % ou 10 g/kg N).

⁽³⁾ Proteína bruta para garantir máximo desempenho aproximadamente = 11,25 % (1,8 % ou 18 g/kg N).

⁽⁴⁾ Extrator Mehlich 1.

⁽⁵⁾ Valores em mg/dm³ para teores no solo e mg/kg de matéria seca (MS) para teores na planta. Fonte: Adaptado de Macedo (1993).

Com relação à calagem, ressalta-se que a compreensão das metodologias laboratoriais utilizadas na determinação da acidez potencial e o conseqüente efeito no cálculo da saturação por bases, entre os diferentes estados brasileiros, precisam ser esclarecidos aos usuários para facilitar o consenso nas recomendações.

A recomendação de adubação de manutenção ainda representa grande problema pois, nesse caso, as informações que subsidiam o produtor na tomada de decisão quanto aos níveis de adubação em relação aos níveis de produção desejados, sejam carne, leite ou lã, são limitadas. Ação indispensável para a solução dessa lacuna são os experimentos sob pastejo, de média e longa duração, os quais necessitam de participação multidisciplinar para a obtenção dos dados de forma determinante. Essa questão, já abordada por Macedo (1995) discutindo a sustentabilidade da produção no Cerrado, parece não ter evoluído na proporção que a pecuária brasileira necessita. Entretanto, para atenuar tais dificuldades, Macedo (2003) sugeriu que os critérios para recomendação de adubação fosfatada de manutenção de pastagens, sob condições de pastejo, considerem alguns aspectos, tais como: a) análise de solo – utilizar, como limite mínimo, 80 % dos valores sugeridos como adequados (nível crítico) das tabelas de interpretação de resultados de análise de solo para implantação de pastagens (Tabela 4). Usar como referência a camada de solo de 0 cm a 20 cm de profundidade até que experimentos em andamento calibrem a correspondência para a profundidade de 0 cm a 10 cm, que aparenta ser mais sensível ao monitoramento da fertilidade em pastagens com adubação superficial de manutenção; e b) níveis de produção almejados, como mostrados na Tabela 5.

É importante observar que os demais nutrientes devem estar em equilíbrio e não abaixo do nível crítico correspondente, a fim de não limitar a resposta do fósforo na produção da forrageira. As sugestões aqui mencionadas estão baseadas em fundamentos físicos e biológicos obtidos em experimentos de campo, alguns dos quais ainda estão em andamento e, portanto, sujeitos a revisões e ajustes. Os aspectos econômicos decorrentes da aplicação dessas sugestões devem ser considerados de acordo com cada sistema de produção e ajustado, caso a caso, após análise de investimentos e cronograma de desembolso financeiro.

Irrigação das pastagens

Apesar de a irrigação ser alternativa viável para a produção pecuária de qualidade e o seu uso vir se consolidando em alguns sistemas de produção de forma estratégica, sua utilização deve seguir recomendações específicas e ser conduzida com critério técnico e sob monitoramento minucioso. Uma revisão realizada por Aguiar (2001), englobando as últimas quatro décadas,

Tabela 4. Interpretação de resultados de teores de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich 1 na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade e recomendação de adubação fosfatada para o estabelecimento de pastagens, em função de teor de argila, disponibilidade de fósforo e grau de exigência das espécies.

Teor de argila (%)	Disponibilidade de fósforo – Mehlich 1							
	Muito baixa		Baixa		Média		Adequada	
	Teor (mg/dm ³)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (mg/dm ³)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (mg/dm ³)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Teor (mg/dm ³)	P ₂ O ₅ (kg/ha)
<15	0-3,0	40	3,1-6,0	30	6,1-9,0	20	>9,0	0
15-35	0-2,5	60	2,6-5,0	45	5,1-7,0	30	>7,0	0
35-60	0-1,5	90	1,6-3,0	70	3,1-4,5	45	>4,5	0
>60	0-0,5	120	0,6-1,5	90	1,6-3,0	60	>3,0	0
Espécies pouco exigentes								
<15	0-5,0	70	5,1-10,0	55	10-15,0	35	>15,0	0
15-35	0-4,0	90	4,1-8,0	70	8,1-12,0	45	>12,0	0
35-60	0-2,0	140	2,1-4,0	105	4,1-6,0	70	> 6,0	0
>60	0-1,0	180	1,1-2,5	135	2,6-4,0	90	> 4,0	0
Espécies muito exigentes								
<15	0-6,0	80	6,1-12,0	60	12,1-21,0	40	>21,0	0
15-35	0-5,0	120	5,1-10,0	75	10,1-18,0	60	>18,0	0
35-60	0-3,0	180	3,1-5,0	120	5,1-10,0	90	>10,0	0
>60	0-2,0	240	2,1-3,0	150	3,1-5,0	120	> 5,0	0

Tabela consensual entre pesquisadores da Embrapa Gado de Corte e Embrapa Cerrados, segunda aproximação. Fonte: Vilela et al., 2004.

Tabela 5. Adubação fosfatada necessária para atingir o nível de produção desejado, dependendo do nível de produção utilizado nas fases de recria e engorda.

Nível de produção	Peso vivo (kg/ha-ano)	P ₂ O ₅ (kg/ha-ano)
Extensiva	350 a 450	20 a 30
Semi-intensiva	450 a 850	30 a 50
Intensiva	> 850	50 a 70

Fonte: Macedo, 2003.

possibilitou identificar claramente que o foco da irrigação de plantas forrageiras não deve ser o de eliminar o efeito da sazonalidade sobre a produção, mas sim usá-la como estratégia para reduzir a assimetria entre as produções observadas durante o período das águas. Isso porque as produções verificadas durante o período de menor índice pluviométrico, sob irrigação, atingem entre 20 % e 70 % daquela observada durante o período das águas.

Diversos trabalhos dão respaldo a essa afirmação, ao mesmo tempo em que permitem concluir que há aumento da produtividade de forragem sob irrigação, mesmo durante o período das águas (ALVIM et al., 1996; CORSI, 1998; CORSI; MARTHA JUNIOR, 1998). Pelo fato de a temperatura ser importante fator, limitando o crescimento forrageiro, vários autores concordam que a irrigação durante o período seco seria vantajosa para algumas regiões (Bahia, Mato Grosso, Goiás, Tocantins), pelo fato de serem reduzidas as possibilidades de temperaturas abaixo do nível crítico limitante de 15 °C a 16 °C, como definido por Alcântara et al. (1993). Para esses estados, Aguiar (2001) afirmou ser viável manter-se, durante o inverno, até 70 % da taxa de lotação empregada durante o verão.

Outros aspectos importantes a serem observados quando do uso dessa estratégia são a diversidade de resposta à irrigação e a importância de se usar a quantidade adequada de água. Nesse contexto, ressaltam-se os trabalhos de Aguiar (2001) e Pinheiro et al. (2002). Além da interdependência existente entre água e espécie, ou cultivar, é importante considerar, nas avaliações de viabilidade técnica, econômica e ambiental, os efeitos do trinômio representado pelos níveis de fertilizantes, taxas de evapotranspiração e ajustes das taxas de lotação, conforme enfatizado por Aguiar (2001). De fato, avaliações econômicas considerando-se a região, a espécie, ou cultivar, e a sustentabilidade da produção são instrumentos importantes de tomada de decisão, como pode ser avaliado pelos resultados de Alcântara et al. (1993) e de Müller et al. (2002). A importância do nível de fertilidade do solo e de sua

interação com a irrigação, época do ano e espécie forrageira utilizada foi bem estabelecida por Vilela et al. (2004).

Manejo do pastejo

Segundo Hodgson (1990), a essência do manejo do pastejo resume-se em encontrar balanço eficiente entre o crescimento da planta, o seu consumo e a produção animal, mantendo estável o sistema de produção. Nesse contexto, Da Silva (2004) sugeriu que somente após a obtenção de associação estável entre a planta e o ambiente na pastagem é que a consideração do componente animal como gerador de produção passa a ser importante e ressaltou, ainda, que para cada espécie ou cultivar de planta forrageira existe uma amplitude de condições de pasto específica para que as metas de produção animal possam ser alcançadas. Para isso, as estratégias de manejo do pastejo passíveis de manipulação são o ajuste da taxa de lotação, de acordo com a capacidade de suporte do pasto, e o método de pastejo empregado.

Capacidade de suporte

Grande tem sido a discussão em torno da metodologia para avaliação da capacidade de suporte e de seu efeito sobre a produção e a produtividade animal, e do uso da taxa de lotação fixa ou da taxa de lotação variável. As vantagens e desvantagens de cada uma dessas metodologias foram apresentadas e amplamente discutidas por Gardner (1986), Simão Neto (1986), Maraschin (1994, 2000) e Euclides e Euclides Filho (1997).

Independentemente da metodologia utilizada (BIANCHIN, 1991; VIEIRA; VIEIRA, 1991; SILVA et al., 1994; EUCLIDES et al., 1999, 2000), é a disponibilidade de forragem que determina a taxa de lotação, a qual, por sua vez, controla, simultaneamente, a produção e o valor nutritivo da forragem produzida, possibilitando, ou não, que as plantas se mantenham produtivas ao mesmo tempo em que define a produção animal. Esse fato evidencia a grande importância de ajustes precisos na taxa de lotação empregada de acordo com a disponibilidade de forragem.

Como característica das regiões tropicais, observa-se que grande proporção de forragem é produzida durante o período das águas, com conseqüente déficit de forragem durante o período seco, principalmente, quando o ajuste do número de animais é feito com base na produção de forragem do período favorável. Como resultado, tem-se elevado número de animais nas águas que se reduz drasticamente durante a seca (Tabela 6). Assim, atualmente, parte considerável dos sistemas de produção orienta o ajuste das taxas de lotação

Tabela 6. Médias das taxas de lotação e dos ganhos de peso, por animal, em pastagens de várias gramíneas durante os períodos das águas e o seco.

Gramíneas	Taxa de lotação (UA/ha)		Ganho de peso (g/animal.dia)		Fonte
	Águas	Seca	Águas	Seca	
P. maximum cv. Mombaça	3,0	1,0	570	130	Euclides et al. (2000)
P. maximum cv. Tanzânia	2,9	1,0	615	140	
P. maximum cv. Massai	3,2	1,1	400	10	
P. maximum cv. Mombaça	4,7	1,9	474	383	Thiago et al. (2000)
B. brizantha cv. Marandu	5,0	2,0	455	409	
P. purpureum cv. Cameroon	3,5	1,8	520	452	
P. maximum cv. Tanzânia	5,1	1,5	693	-	Euclides et al. (2003)
B. brizantha cv. Marandu	2,8	1,0	770	310	Euclides et al. (2005)
B. brizantha cv. Xaraés	3,8	1,3	720	290	

entre os períodos das águas e o seco, com base na produção de forragem na época mais favorável de crescimento, somente em algumas áreas de pastagem, ficando as demais como reserva para suprir os animais, quando necessário. Esse procedimento deve ser associado a outras estratégias, tais como: a) conservação do excedente da produção de forragem (item *Conservação de forragem*) para a utilização no período seco; b) utilização de suplementos energéticos e protéicos para completar o déficit de forragem durante o período seco (item *Suplementação concentrada em pasto*); e c) combinações dessas estratégias.

A capacidade de suporte de uma pastagem foi definida por Mott (1960) como sendo a taxa de lotação (número de animais por unidade de área) na pressão de pastejo (quilos de peso vivo por quilos de forragem disponível) ótima, ou seja, a amplitude de utilização que permite equilíbrio entre o ganho por animal e por unidade de área permitindo, dessa forma, a maior produção por área.

No entanto, existem dificuldades práticas para a adoção do conceito de capacidade de suporte como instrumento de manejo, principalmente, pela complexidade do seu entendimento, que envolve, além da taxa de lotação, outro conceito, a pressão de pastejo ótima, assim como pelo grau de subjetividade envolvido na sua definição. Procurando solucionar esse impasse, Maraschin e Mott (1989) introduziram o conceito de oferta de forragem expresso na base de matéria seca verde (GOMIDE et al., 2001) ou de lâminas foliares (ALMEIDA et al., 2000; BARBOSA et al., 2006). Em razão dessa dificuldade prática contida nos conceitos de pressão de pastejo e de oferta de forragem, recentemente, a altura do dossel tem sido utilizada com sucesso para o balizamento da pressão de pastejo e da oferta de forragem ótimos (ANDRADE, 2003; DIFANTE, 2005). Essa é uma variável fácil de ser utilizada pelo produtor e pode tornar-se valioso instrumento para o manejo do pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2002). Sua relação com o ganho de peso tanto por animal quanto por área pode ser verificada na Fig. 3.

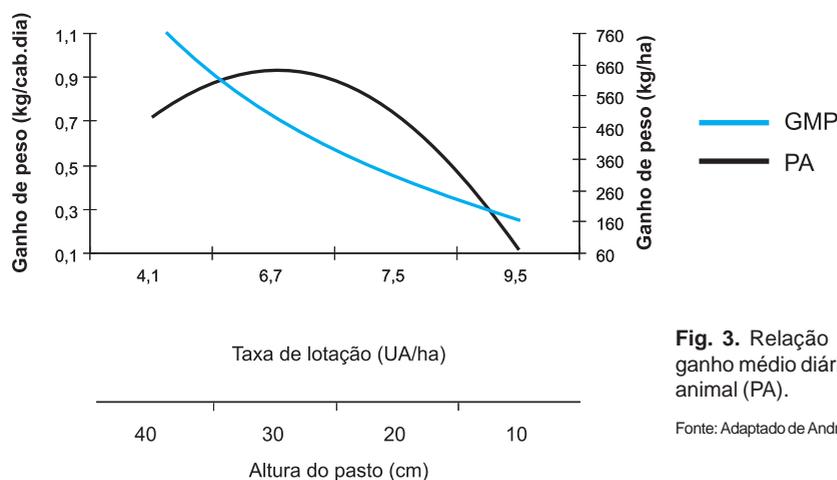


Fig. 3. Relação entre taxa de lotação e ganho médio diário (GMD) e produtividade animal (PA).

Fonte: Adaptado de Andrade (2003).

Esses parâmetros, apesar de serem dependentes não só da espécie forrageira, mas também do nível utilizado de fertilizantes e das condições de solo e clima locais, podem ser importantes instrumentos no manejo do pasto. Analisando-se os resultados de alguns trabalhos, resumidos na Tabela 4, pode-se fazer uma primeira tentativa de recomendação que, de acordo com Almeida et al. (2000), a oferta de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) ótima seria de, aproximadamente, 4 % durante a estação de crescimento, enquanto que para a época menos favorável a capacidade suporte, de acordo com Barbosa et al. (2006), estaria contida dentro da faixa de oferta entre 7 % e 11 % de MSLF. Para pastos sob irrigação, a capacidade suporte estaria contida, de acordo com Penati (2002), entre as ofertas de 3 % e 6 % de MSLF. Ressalta-se que, independentemente do método de pastejo e do nível de insumos utilizados, a quantidade de MSLF no pasto deve ser de, aproximadamente, 1,7 t/ha de MSLF.

É importante ressaltar que, ao se aumentar a taxa de lotação, a produção por área é acrescida e a produção por animal é reduzida (Fig. 3 e Tabela 7) e isso nem sempre é desejável. Enquanto a produção por área é importante para o produtor, a produção por animal não deve ser esquecida, uma vez que o desempenho e a terminação do animal são de grande importância, pois estes podem influenciar o retorno econômico do empreendimento. Isso reforça a importância dos pastos serem manejados o mais próximo possível da sua capacidade de suporte.

Métodos de pastejo

Os métodos de pastejo podem ser agrupados, basicamente, em três tipos: o contínuo (os animais têm acesso integral à área de pastejo durante a maior parte da estação de pastejo); o intermitente ou rotacionado (os animais permanecem em um piquete por um tempo, seguido por um período de descanso); e o de “pastejo zero” ou diferido (item *Conservação de forragem*). É importante ressaltar que, na prática, existem variações dentro desses métodos e combinações entre eles.

Apesar das vantagens e desvantagens de cada método, reconhece-se que para as plantas forrageiras cespitosas, as quais apresentam alongamento do colmo que pode comprometer o valor nutritivo e a estrutura do dossel, o pastejo rotacionado pode constituir o método mais adequado para utilização uniforme dos pastos. Além disso, em condições intensivas envolvendo plantas forrageiras de alta produção, fertilizadas e/ou irrigadas, ou quando são utilizados animais de maior exigência nutricional, o pastejo intermitente parece ser preferível.

Tabela 7. Médias do ganho médio diário (GMD, kg/animal) e do ganho por área (GA; kg/ha•período) em pastos de Pennisetum purpureum cv. Anão e Panicum maximum cv. Tanzânia submetidos a diferentes ofertas de matéria seca de lâmina foliar (MSLF, kg de MSLF/100 kg de peso vivo•dia).

Cultivares	Período	N (kg/ha)	Manejo do pastejo	MSLF (%)	GMD	GA	Referência
Anão	out./abr.	250	Contínuo	3,8	0,83	1.410	
				7,5	1,01	1.167	Almeida et al. (2000)
				10,2	1,04	1.098	
				14,0	1,03	767	
Tanzânia ⁽¹⁾	out. 1999 a jan. 2001	640	Rotacionado (3x30)	3,2	0,40	1.518	
				6,1	0,54	1.419	Penati (2002)
				9,0	0,57	1.287	
				3,0	0,20	137	
				7,0	0,47	147	Barbosa et al. (2006)
Tanzânia	mar./ago.	30	Contínuo	11,0	0,59	126	
				15,0	0,27	75	

⁽¹⁾Pastos irrigados e manejados para três resíduos pós-pastejo: 1,3 t/ha; 2,9 t/ha e 4,1 t/ha de matéria seca verde.

A grande maioria dos pastos manejados sob pastejo rotacionado, tanto na experimentação (FONSECA et al., 1998; EUCLIDES et al., 1999 e 2000; CUNHA et al., 2001; LIMA et al., 2001; DERESZ, 2001; DERESZ et al., 2006; PENATI 2002; BRÂNCIO et al., 2003; SANTOS et al., 2005; PALIERAQUI et al., 2006) quanto em sistemas comerciais de produção, tem utilizado períodos fixos e pré-definidos de utilização e de descanso o que, segundo Da Silva (2004), resulta em ineficiência, uma vez que a manutenção de alta produtividade de forragem de boa qualidade só é alcançada quando se procede ao monitoramento capaz de assegurar equilíbrio perfeito entre processos de crescimento e senescência da planta e o seu consumo pelo animal. Isso pode ser corroborado pelos resultados de Difante (2005), Voltolini (2006) e Trindade (2007).

Essa limitação da utilização de intervalos fixos de tempo para o pastejo e descanso dos pastos é resultante do ambiente em que a planta se desenvolve. Em ambientes favoráveis, a taxa de crescimento é maior e, portanto, a forragem precisa ser colhida com intervalos menores, sendo o contrário verdadeiro para ambientes desfavoráveis (Tabela 8). Assim, foi preciso desenvolver estratégia que possibilitasse considerar essa dinâmica de crescimento da planta. Foi com esse intuito que Carnevalli (2003) e Barbosa (2004) iniciaram os estudos sobre a correlação entre a interceptação de luz (IL) e o acúmulo de forragem em pastos de capins-mombaça (*P. maximum*, cultivar Mombaça) e tanzânia (*P. maximum* cultivar Tanzânia), respectivamente. Esses autores verificaram que, à semelhança do que se observa com gramíneas de clima temperado, o processo de alongamento do colmo e início da senescência durante a rebrotação ocorria quando 95 % da radiação incidente estava sendo interceptada (Fig. 4, Tabela 9), indicando, dessa forma, que esse é o momento ideal para interromper o processo de rebrotação. No entanto, como o uso da IL é de pouca utilidade prática, altas correlações entre a altura do dossel durante a rebrotação e sua IL foram observadas para o capim-mombaça (UBELLE, 2002; CARNEVALLI, 2003) e para o capim-tanzânia (BARBOSA, 2004; MELLO; PEDREIRA, 2004; DIFANTE, 2005), sendo que as alturas de 90 cm e 70 cm, respectivamente, foram aquelas em que se constatou a interceptação de 95 % da luz incidente. Assim, esses capins, sob pastejo rotacionado, deveriam ser pastejados sempre que o dossel atingisse 90 cm e 70 cm de altura, respectivamente.

A partir dessa informação, tornou-se necessário identificar estratégia para determinar o momento adequado para retirar o animal do pasto, o que levou à intensificação dos trabalhos destinados a determinar o resíduo (intensidade da desfolhação), conforme os resultados de Carnevalli (2003) e Barbosa (2004) (Tabela 9). Com base nesses conhecimentos, que definiram o intervalo adequado de utilização da planta, Difante (2005) estudou a relação

Tabela 8. Intervalo médio entre pastejos (dias) para os pastos atingirem 95 % de interceptação luminosa, durante a primavera (P), verão (V) e outono/inverno (O/I), de acordo com os resíduos pós-pastejo.

Cultivares	Local	Resíduo	P	V	O/I	Referência
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	Araras, SP	30	22	24	95	Carnevalli (2003)
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	Campo Grande, MS	25	30	37	126	Barbosa (2004)
		50	27	32	102	

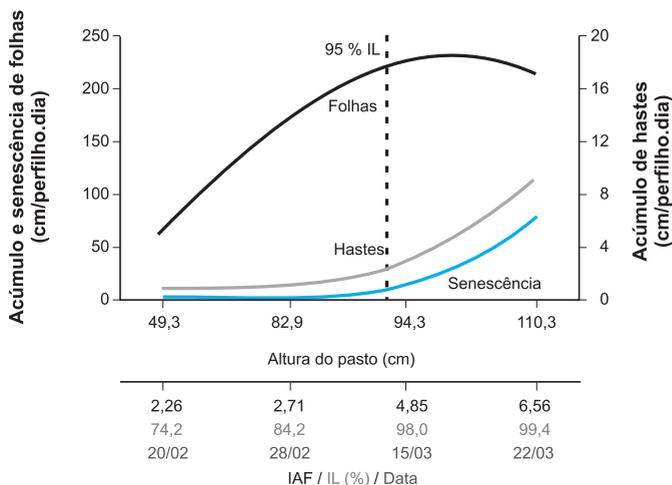


Fig. 4. Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) submetido ao regime de lotação intermitente caracterizado por altura de resíduo de 50 cm e pastejo iniciado com 100 % de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro no segundo ciclo de pastejo do experimento (20 de fevereiro a 22 de março de 2001).

Fonte: Adaptado de Carnevalli (2003).

Tabela 9. Produções de forragem total (kg/ha de matéria seca, MS) e de lâmina foliar (kg/ha de MS) e as alturas para pastos de capim-mombaça submetidos a duas frequências (95 % e 100 % interceptação de luz, IL) e pastagem de capim-tanzânia a três (90 %, 95 % e 100 % IL) e duas intensidades de pastejo, e as alturas correspondentes no pré-pastejo.

	Produção de forragem total IL (%)			Produção de lâmina foliar IL (%)		
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça ⁽¹⁾						
Resíduo	90	95	100	90	95	100
30 cm	-	26.900	24.900	-	19.070	15.015
50 cm	-	17.920	20.280	-	10.340	11.660
Altura (cm)	-	90	110			
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia ⁽²⁾						
25 cm	11.740	15.120	11.620	9.000	10.600	8.030
50 cm	9.440	11.940	12.710	8.360	8.060	6.750
Altura (cm)	60	70	85			

⁽¹⁾ Fonte: Carnevalli (2003) – período de janeiro de 2001 a fevereiro de 2002.

⁽²⁾ Fonte: Barbosa (2004) – período de julho de 2003 a maio de 2004.

planta-animal e concluiu que, para o pasto de capim-tanzânia, a altura pós-pastejo poderia variar de 25 cm a 50 cm, dependendo se o objetivo do manejo fosse a melhoria do ganho de peso por área (eficiência de pastejo) ou o ganho por animal (Fig. 5). Estratégias detalhadas para a implementação do manejo flexível e sugestões para a superação de desafios ao longo do ano encontram-se em Da Silva (2004), que afirmou que, uma vez compreendido o processo, fica claro que as ferramentas de campo continuam sendo as mesmas, mudando somente a lógica de raciocínio e o momento da tomada efetiva da decisão de como e quando utilizá-las.

Foto: Rodrigo Amorim Barbosa



Fig. 5. Pasto de capim-tanzânia sob lotação intermitente, condição para entrada dos animais de 95 % de interceptação luminosa ou 70 cm de altura (A) e resíduos pós-pastejo de 25 cm (B) e 50 cm (C).

O conhecimento das variáveis estruturais e da morfogênese das plantas forrageiras têm também se constituído em importante ferramenta para o manejo do pastejo contínuo dos capins ‘Tifton 85’ (*Cynodon* spp., grupo Bermuda) e Marandu (*B. brizantha*, cultivar Marandu) (CARNEVALLI et al., 2000, 2001a,b; ANDRADE, 2003; SBRISSIA, 2004). Esses autores mostraram que a altura ótima do dossel para permitir balanço adequado entre os processos de crescimento e senescência e desempenho animal seria de 10 cm a 20 cm e de 30 cm a 40 cm para os capins ‘Tifton 85’ e ‘Marandu’, respectivamente.

Avanços tecnológicos são, de forma geral, precedidos por avanços em pesquisas e essa nova estratégia de manejo dos pastos já começa a ser incorporada ao sistema de produção, o que pode ser constatado pelas entrevistas de técnicos e produtores publicadas por Franco (2006).

Estacionalidade de produção

A estacionalidade de produção de forragem, comum das pastagens, especialmente naquelas de regiões tropicais, talvez seja uma das maiores limitações da sustentabilidade da produção ao longo do ano. É caracterizada por marcante redução na produção de forragem e, conseqüentemente, na produção animal durante o período seco do ano. A intensificação da produção, eliminando ou diminuindo seu efeito, tem sido um desafio e, entre as tecnologias que se dispõem para resolver o problema, podem ser citadas: o manejo do pasto em sua capacidade suporte (item *Capacidade de suporte*); o uso de irrigação nas condições onde essa prática for recomendável (item *Irrigação das pastagens*); a conservação de forragem; e o uso de alimentação suplementar.

Conservação de forragem

A conservação do excedente de produção de forragem, normalmente ocorrido durante o verão por meio de fenação ou ensilagem, permite equilibrar a oferta e a demanda de forragem durante o ano. Todavia, há que se considerar os aspectos relacionados com a eficiência dos sistemas de colheita, de processamento, de conservação e os aspectos econômicos. Como esses pastos são utilizados para pastejo durante a maior parte do ano, os eventuais cortes para conservação de excedentes têm que ser feitos na própria pastagem, reduzindo a necessidade de áreas exclusivas ou especialmente destinadas à produção de forragem suplementar para o rebanho. Nesse caso, é importante programar a época de implementar essa atividade, a fim de assegurar condições favoráveis à rebrotação do pasto visando ao seu uso no período seco subsequente.

A partir dessas considerações, os conhecimentos acumulados indicam a necessidade de se conciliar alta concentração de nutrientes com quantidade satisfatória de forragem a ser armazenada. Para isso, o pasto deve ser colhido no estágio vegetativo, com boa disponibilidade de massa verde, assegurando-se, no entanto, que a frequência de corte não comprometa a persistência e a longevidade da planta forrageira. Nesse contexto, é importante observar alguns procedimentos, tais como: a) escolher pastos bem formados e

produtivos, com relevo favorável à mecanização; b) rebaixar o pasto com pastejo intenso visando à rebrotação mais uniforme; c) efetuar a adubação logo após o rebaixamento; e d) reservar a pastagem até atingir estágio adequado para conservação.

Apesar de a técnica para a produção de feno de boa qualidade ser há muito dominada (<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>), seu uso no Brasil é pouco expressivo, provavelmente, como consequência da imprevisibilidade climática e da menor vantagem econômica do feno em relação a outras estratégias de suplementação alimentar do rebanho, como o diferimento de pastagens, cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) para forragem e silagem de gramíneas. Outro entrave comum observado diz respeito à necessidade de máquinas e equipamentos, cujas características e eficiência podem ser encontradas em Costa (2002).

A produção de silagens, por outro lado, é um dos processos mais importantes na conservação de planta forrageira, principalmente, nas regiões em que as condições climáticas dificultam o processo de fenação. A produção de silagens de capins apresenta como vantagens o fato de essas culturas serem perenes e possuírem alto potencial de produção, o que resulta em custos de produção mais baixos em relação às alternativas de culturas anuais tradicionais como milho (*Zea mays* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e outras.

Vários estudos demonstraram que as gramíneas tropicais apresentam elevado teor de umidade e baixo conteúdo de carboidratos solúveis, fatores que, associados, prejudicam o processo fermentativo da forragem no interior do silo. No entanto, nos últimos 5 anos, houve avanço considerável na confecção de silagem de capim de boa qualidade. Várias são as alternativas para a redução da umidade e aumento do conteúdo de carboidratos solúveis na massa ensilada, entre as quais podem ser mencionadas o pré-murchamento e o uso de aditivos (NUSSIO et al., 2002; EVANGELISTA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2005; e SIQUEIRA et al., 2005). Informações detalhadas para a construção de silos podem ser encontradas em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>.

O diferimento de pasto surgiu como alternativa tecnológica de fácil adoção para conservar forragem. Essa alternativa consiste em acumular forragem durante o período de crescimento das plantas para uso na época da seca. Esse acúmulo de forragem é obtido pela vedação da área de pastagem no final do verão. Dessa forma, é possível reservar o excesso de forragem das águas para pastejo direto durante o período crítico. As recomendações de plantas forrageiras mais indicadas, do manejo adequado do pasto e do cálculo da área a ser vedada, podem ser encontradas em Euclides e Queiroz (2000). Utilizando essas recomendações durante 5 anos, Euclides et al. (2007) observaram produções médias de forragem variando de 5 t/ha a 7 t/ha e de

3 t/ha a 5 t/ha para as pastagens de *Brachiaria* spp. vedadas em fevereiro e março, respectivamente. Ressalta-se a importância de suplementar a dieta dos animais quando do uso de pasto diferido (Fig. 6). Essa suplementação é normalmente feita com sal mineral enriquecido com uréia, mistura mineral múltipla ou concentrado energético-protéico, em função do baixo valor nutritivo desse pasto, particularmente, baixos teores de nitrogênio.

Fotos: Valéria Pacheco Batista Euclides



Fig. 6. Condição de pasto de capim-marandu diferido em março, utilizado em agosto (A) e os animais recebendo suplemento concentrado (B), na mesma época.

Suplementação concentrada em pasto

A suplementação alimentar surge como alternativa tecnológica efetiva e importante para acelerar o ganho de peso animal e potencializar a utilização dos recursos forrageiros disponíveis. Os benefícios obtidos são oriundos da otimização dos nutrientes fornecidos pela pastagem e dos incrementos em desempenho individual e na capacidade de suporte do pasto.

No caso da suplementação em pasto, o que deve ser feito é atender às exigências dos animais, complementando o valor nutritivo da forragem disponível, para se atingir o desempenho desejado. Para isso, é preciso conhecer o valor nutritivo dos alimentos que podem ser encontrados em tabelas apropriadas (LANNA et al., 1999; EUCLIDES; MEDEIROS, 2003; VALADARES FILHO et al., 2006) e as exigências nutricionais dos animais para energia, proteína e minerais (LANNA et al., 1999; LANA, 2000). Apesar de a estratégia de suplementação ser dependente da meta de desempenho animal que se deseja alcançar, sua escolha deverá também ser fundamentada em análise econômica. A rentabilidade da estratégia de suplementação alimentar constitui o norteador da escolha do suplemento a ser utilizado.

Vários exemplos de como a composição dos suplementos, a quantidade oferecida, a planta forrageira utilizada e o período do ano podem influenciar o desempenho dos animais e os efeitos associativos entre o suplemento e o pasto foram apresentados em revisões feitas por Euclides et al. (2002), Euclides e Medeiros (2005) e Reis et al. (2005). Numa tentativa de estimar o efeito da suplementação alimentar sobre o ganho de peso animal e sobre a conversão alimentar, Euclides e Medeiros (2005) construíram um banco de dados fundamentado em trabalhos publicados no Brasil e que utilizaram a suplementação alimentar em pastagens durante o período seco. Como resultado das análises conduzidas utilizando tais informações (Fig. 7), os autores ressaltaram alguns aspectos importantes, quais sejam: a) as menores quantidades de suplemento protéico atenuaram a limitação dos baixos conteúdos de nitrogênio das forragens na seca e aumentaram a ingestão de matéria seca, o que resultou em maior consumo da forragem suplementada em relação à não suplementada e, conseqüentemente, em boa resposta à

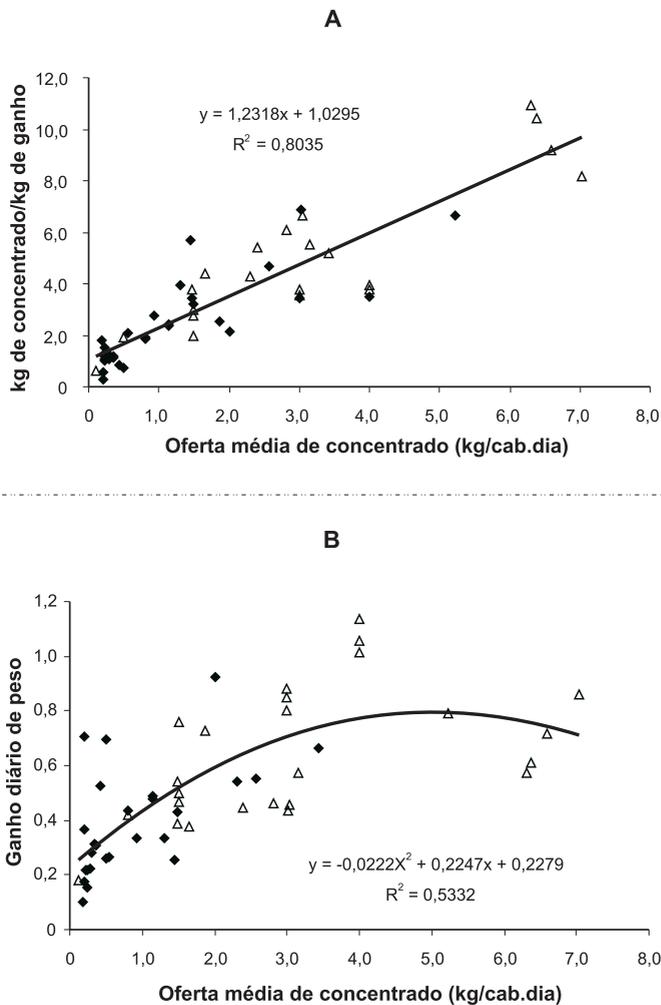


Fig. 7. Regressão entre a média da oferta de concentrado e a conversão alimentar (A - kg de concentrado necessário para 1 kg de ganho de peso), e o ganho diário de peso vivo (B - kg/cabeça-dia), no período da seca, de alguns trabalhos publicados no Brasil (n=23).

Fotos: Euclides e Medeiros (2005).

suplementação; b) à medida que se aumentou a oferta de concentrado, houve aumento do efeito substitutivo, resultando em ganhos de peso decrescentes; e c) para valores acima de 4 kg a 5 kg de concentrado, ocorreu redução no ganho de peso. Esses pontos levaram os autores a sugerir que a preferência por suplementações mais modestas contribuiria para a melhoria econômica dos sistemas produtivos, não apenas pela redução do investimento mas também pelo aumento da eficiência no uso dos insumos, especialmente pela maximização da utilização da forragem do pasto. Esses resultados reforçam a tese de que a suplementação alimentar deve ser usada como estratégia de complementação do valor nutritivo da forragem existente, possibilitando maior eficiência na sua utilização.

Além dos efeitos positivos da suplementação alimentar sobre a produção animal observados por diversos autores, é possível aumentar a taxa de lotação acima de 20 % com animais recebendo suplementação da dieta com concentrado na base de 0,8 % do peso vivo, como foram verificados em pastos de *B. decumbens* por Euclides et al. (1997, 2001) e em pastos de capim-marandu por Garcia (2005). Dessa forma, para se ter a suplementação adequada, faz-se necessário o manejo do pasto com base no planejamento e no monitoramento cuidadosos para assegurar oferta satisfatória de forragem e ingestão adequada de nutrientes pelo animal. Ressalta-se que quanto maior for a proporção de nutrientes provenientes do pasto maior será a possibilidade de o sistema ser rentável.

Uso estratégico de pastagem

Embora o pasto colhido via pastejo seja a fonte mais barata de alimento para ruminantes, é importante destacar que, na maioria das regiões do Brasil, esse alimento somente se encontra adequado ao bom desempenho animal, em quantidade e qualidade nutricional, por cerca de seis meses do ano (item *Manejo do pastejo*). Como consequência, torna-se difícil projetar sistemas sustentáveis, baseados, apenas, em pastejo da forragem acumulada durante esse período. Dessa maneira, a conservação do excedente de pasto (item *Conservação de forragem*) e/ou o uso da suplementação concentrada (item *Suplementação concentrada em pasto*) devem fazer parte do sistema.

Esse fato implica manipulação da taxa de lotação nas áreas pastejadas, aumentando, assim, a flexibilidade de controle do pasto e do processo de pastejo. A quantidade de forragem para o pastejo e para a conservação depende da natureza do empreendimento. Esse enfoque pode ser verificado em alguns exemplos de sistemas de produção experimentais, que foram conduzidos por alguns anos com resultados promissores, como pode ser visto na Tabela 10. Esses resultados, com pequenos ajustes, podem ser adotados em escala comercial.

Tabela 10. Produção animal em sistemas recria-engorda com utilização estratégica de pastos combinados com suplementação alimentar.

Local	Gramíneas ⁽¹⁾	Área	Adubação Kg/ha-ano	Manejo do pastejo				GMD ⁽²⁾		Idade ao abate (meses)
				Águas		Seca		(g/animal)		
				Método pastejo	TL ⁽³⁾ (UA/ha)	TL ⁽³⁾ (UA/ha)	Supl.	Águas	Seca	
São Carlos, SP (CORRÊA et al. 2001)	Tanzânia ⁽⁴⁾ Coastcross ⁽⁴⁾	8 14	1.500 de 20-05-20	3x364x24	4,0 4,0	4,0 4,0	silagem + 500 g de farelo de soja	880 440	20	
Campo Grande, MS (EUCLIDES et al., 2003)	Tanzânia Marandu Basilisk	13,5 22 12	500 de 0-20-20 + 1.600 calcário + 150 de N 50 de N ⁽⁶⁾	Rotacio- nado 7X35 Contínuo ⁽⁷⁾	5,0 1,5	1,8 3,0	0,5 % do PV de conc. ⁽⁵⁾ 0,8 % do PV de conc. ⁽⁵⁾	630 550	590 560	16 a 25
Campo Grande, MS (EUCLIDES et al., 2006)	Tanzânia Marandu Basilisk	13,5 30,5 16,5	500 de 0-20-20 + 1.600 calcário + 225 de N 50 de N ⁽⁶⁾	Rotacionado flexível Contínuo ⁽⁷⁾	5,4 1,5	1,5 1,4	0,6 % do PV de conc. ⁽⁵⁾ 0,6 % do PV de conc. ⁽⁵⁾	710 580	760 670	15 a 24

*Pastos irrigados e manejados para três resíduos pós-pastejo: 1,3; 2,9 e 4,1 t/ha de matéria seca verde.

- (1) Panicum maximum cv. Tanzânia; Cynodon dactylon cv. Coastcross; Brachiaria brizantha cv. Marandu; Brachiaria decumbens cv. Basilisk.
- (2) Ganho médio diário – gramas por animal.
- (3) Taxa de lotação – unidade animal por hectare.
- (4) Excesso de foragem, durante o período das águas, foi ensilada.
- (5) Mistura balanceada de concentrado fornecida em porcentagem de peso vivo (PV) do animal.
- (6) Adubação de manutenção 200 kg/ha da fórmula 0-20-20 a cada 3 anos.
- (7) Pastos diferidos – um terço da área primeira quinzena de fevereiro e dois terços da área primeira quinzena de março.

O diferimento de pastagens pode ser conduzido dentro de sistema intensivo, como evidenciado por Euclides et al. (2001). Esses autores observaram ser possível triplicar a capacidade de suporte da área utilizando-se, intensivamente, durante o período das águas, parte das pastagens mantidas com reposição anual de nitrogênio, fósforo, potássio, micronutrientes e calagem, em combinação com a produção e o pastejo de feno-em-pé, com a suplementação alimentar durante o período seco e com um biótipo animal adequado. Esse sistema, conduzido na Embrapa Gado de Corte, é constituído por pastagens de três gramíneas: capim-tanzânia, capim-marandu e *B. decumbens*. Durante o período das águas, o capim-tanzânia é utilizado intensivamente (28 % da área), enquanto os pastos de braquiárias são subutilizados, sendo vedados a partir de fevereiro. No período seco, a utilização dos pastos é revertida: enquanto no capim-tanzânia a taxa de lotação praticada é diminuída, nas braquiárias elas são elevadas, sendo a dieta dos animais complementada por suplementação alimentar. Os animais entram nesses sistemas logo após a desmama e atingem o peso de abate entre 16 meses e 25 meses de idade.

Após três ciclos de manejo a adubação de nitrogênio, fósforo e potássio do pasto de capim-tanzânia foi aumentada e adotou-se o pastejo rotacionado flexível (item *Manejo do pastejo*); os resultados encontram-se na Tabela 10 (EUCLIDES et al., 2006). É importante ter em mente que, à medida que se intensifica a utilização em determinada área de um sistema integrado de uso como esse, faz-se necessário aumentar a área destinada à produção de alimento reserva. No exemplo em pauta, ao se intensificar o pastejo do capim-tanzânia foi necessário incorporar mais 13 ha de braquiárias na área para manter o rebanho estável o ano todo. A porcentagem da área ocupada com capim-tanzânia e pastos de braquiárias passou a ser de 22 % e 78 %, respectivamente.

A alternativa que pode ser adotada para manter taxas de lotação mais elevadas e mais estáveis durante o ano, e que vem sendo utilizada de maneira crescente no País, é a conservação do excesso de forragem produzida durante o verão. Como exemplo, pode-se citar o sistema integrado de pastejo com o uso de silagem de capim, que vem sendo utilizado na Embrapa Pecuária Sudeste (CORRÊA et al., 2001). Nesse caso, são utilizadas pastagens de capim-tanzânia e de capim-coastcross [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] manejadas sob pastejo rotacionado. A taxa de lotação foi fixada em quatro unidades animal (UA), por hectare, durante o ano todo (Tabela 10). À medida que ocorre sobra de forragem, parte dos piquetes é reservada para confecção de silagem. Os detalhes das confecções das silagens e suas características foram discutidas por Corrêa et al. (2001). Segundo esses autores, durante o período das águas a alimentação consiste somente da forragem pastejada, enquanto que, durante a seca, o pastejo é integrado com o uso de silagem e com suplementação de farelo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Isso tem possibilitado manter o

sistema (recria-engorda) intensificado o ano todo, com rebanho estável e os animais acabados aos 20 meses de idade.

Mesmo considerando-se um sistema de ciclo completo, ou seja, cria, recria e engorda, o manejo intensificado das pastagens possibilita incrementos substanciais na produção de carne por hectare (CORRÊA et al., 2000). Nesse caso, as pastagens foram formadas por diferentes tipos de gramíneas, *B. brizantha*, *B. decumbens* e ‘Tanzânia’. Todos os pastos receberam adubação de manutenção anualmente. Os machos, durante a recria, receberam suplementação alimentar durante o primeiro período seco e foram confinados no segundo período seco. Com esse manejo, foi possível produzir 101 kg de equivalente-carcaça/hectare-ano, o que representou incremento de, aproximadamente, 200 % em relação à média brasileira. É importante ressaltar que, além dos resultados biológicos, esse sistema mostrou-se economicamente viável.

Integração lavoura-pecuária

Outra estratégia para estruturação de sistemas de produção sustentáveis, em que grandes avanços foram observados, foi a integração lavoura-pecuária (ILP) associada ao plantio direto, conforme compilado por Kluthcouski et al. (2003). A possibilidade da utilização da ILP (Fig. 8) como alternativa de recuperação de pastagens degradadas (MACEDO, 2001) trouxe novas esperanças para amenizar esse grave problema que aflige os produtores e o meio rural.

Pastagens em estádios iniciais de degradação em propriedades com capacidade gerencial, conhecimento tecnológico, disponibilidade de máquinas,

Foto: Manuel Cláudio Motta Macedo



Fig. 8. Sistema de integração lavoura-pecuária; à esquerda, lavoura de soja após rotação com pastagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum*) e, à direita, pastagem de *Brachiaria decumbens* de uso tradicional, com lotação contínua.

proximidade de mercados e estradas para escoamento dos produtos e aporte de insumos, são situações adequadas para a utilização da ILP na recuperação das pastagens. Quando em estágios avançados de degradação, com o solo também apresentando sinais de degradação – como problemas de infiltração de água, alta resistência à penetração, perdas de solo, erosão laminar, etc. –, são necessárias ações mais contundentes de conservação do solo, correções de acidez e fertilidade, para permitir a implantação de lavouras anuais com chances de sucesso econômico.

Resultados como os obtidos por Cobucci et al. (2001) e Portela (2003), Fig. 9 e 10, são provas de possibilidades de implantação de pastagens de *B. brizantha*, cultivar Marandu, e *Panicum maximum* Jacq., cultivar Mombaça, em plantio simultâneo com a cultura do milho, com grandes vantagens econômicas pela amortização dos custos com a comercialização dos grãos. A técnica foi aperfeiçoada pelos pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003), sendo conhecida pelo nome de Sistema Santa Fé. Esses autores comprovaram as vantagens do sistema avaliando 16 ensaios e verificando que os resultados de sistemas consorciados e solteiros de milho são muito próximos, validando suas possibilidades de uso (Fig. 11).

A Embrapa Gado de Corte vem desenvolvendo, desde 1993/1994, um experimento de longa duração em que estão sendo estudados sistemas integrados e em rotação de lavoura e pecuária, comparados a sistemas contínuos de pecuária e de lavoura. O objetivo é comparar as eficiências agrônoma e econômica e avaliar a sustentabilidade da produção dos

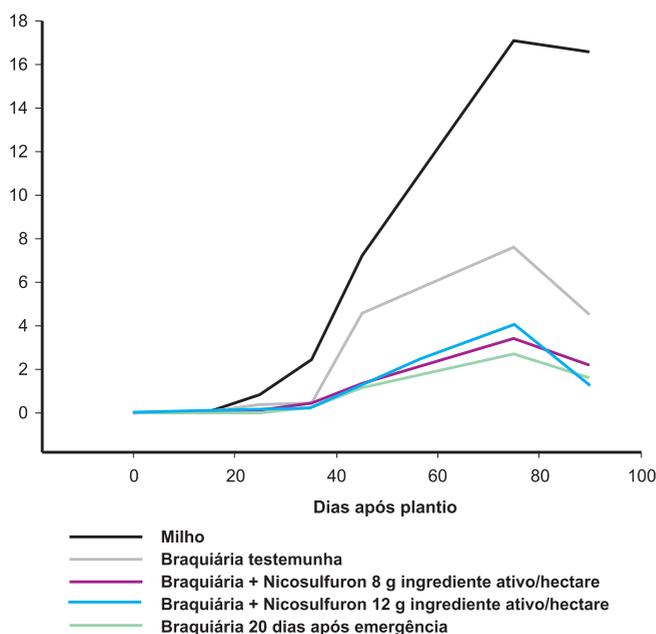


Fig. 9. Massa seca total do milho e de forragem do capim-marandu plantado solteiro, simultaneamente, e 20 dias após emergência do milho, com e sem herbicida seletivo.

Fonte: Cobucci et al. (2001).

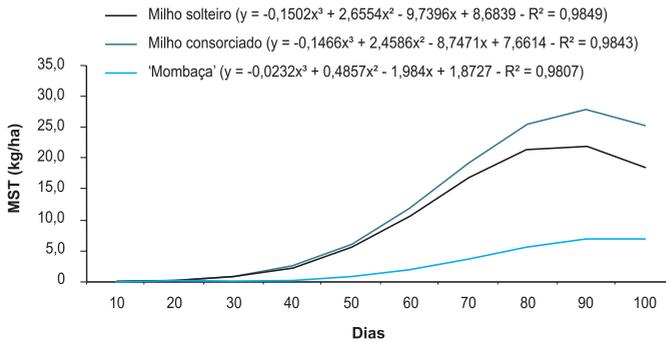


Fig. 10. Massa seca total (MST) do milho solteiro e consorciado e de forragem do capim-mombaça plantado solteiro em dias após plantio.

Fonte: Portela (2003).

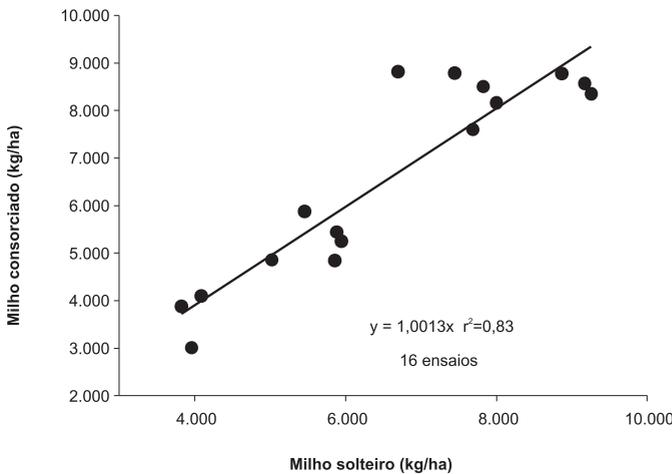


Fig. 11. Correlação entre produtividade do milho solteiro e consorciado em 16 ensaios conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão.

Fonte: Kluthcouski e Aidar (2003).

diferentes sistemas. Tem-se como objetivo, também, a determinação de alguns indicadores da sustentabilidade (MACEDO, et al., 2001). Esse projeto foi implantado em área de pastagens degradadas de *B. decumbens*, as quais foram recuperadas ou renovadas por meio de diferentes tratamentos: adubação, calagem e tratos mecânicos; renovação com troca de espécies: *B. brizantha* e *P. maximum* com plantio de soja ou milho, etc., de acordo com os diferentes tratamentos (Tabela 11).

Pode-se observar (Tabela 11), nesse experimento de longa duração, relação direta entre o potencial das forrageiras e a fertilidade do solo proporcionada pela introdução das lavouras anuais. Macedo (2001a) relata algumas vantagens das pastagens no melhoramento das propriedades físicas do solo e Costa e Macedo (2001) apontam as vantagens econômicas da utilização da ILP. Resultados de fertilidade do solo com relação ao fósforo disponível em Mehlich 1, nos diferentes sistemas no decorrer do tempo, são apresentados na Fig. 12. Outro indicador da qualidade do solo associado à sustentabilidade é o teor da matéria orgânica, que é aumentada com a rotação da pastagem com culturas anuais (Fig. 13).

Tabela 11. Produção animal em pastagens sob sistemas contínuos de integração lavoura e pecuária, e pastagem degradada – Campo Grande, MS.

Sistemas ⁽¹⁾	Anos										Média
	1994/ 1995 ⁽²⁾	1995/ 1996 ⁽³⁾	1996/ 1997 ⁽³⁾	1997/ 1998 ⁽³⁾	1998/ 1999 ⁽³⁾	1999/ 2000 ⁽³⁾	2000/ 2001 ⁽³⁾	2001/ 2002 ⁽³⁾	kg/ha de peso vivo		
PCSA	342	556	404	360	325	235	353	249			353
PCCA	385	497	379	497	464	278	358	289			393
PCAL	399	542	456	513	399	321	441	374			431
LS4-P4	-	-	-	-	789	450	324	-			588
LSM4-P4	-	-	-	-	686	414	399	-			500
L1-P3	-	591	503	-	-	413	421	-			482
L1L+P3	-	842	522	-	-	358	393	-			529
Pastagem degradada ⁽⁴⁾	68	90	116	111	177	73	185	127			118

⁽¹⁾ PCSA = B.decumbens sem adubação de manutenção;

PCCA = B.decumbens com adubação de manutenção;

PCAL = B.decumbens com adubação de manutenção + leguminosas;

LS4-P4 = Soja 4 anos e Panicum maximum cv. Tanzânia 4 anos;

LSM4-P4 = Soja/milheto [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.] 4 anos e Panicum maximum cv. Tanzânia 4 anos;

L1-P3 = Soja/milheto 1 ano e Brachiaria brizantha solteira 3 anos;

L1L+P3 = Soja/milheto 1 ano e B. brizantha + milho plantado na formação da pastagem 3 anos;

⁽²⁾ 282 dias de pastejo; ⁽³⁾ 337 a 340 dias de pastejo;

⁽⁴⁾ B.decumbens degradada.

Fonte: Manuel C. M. Macedo, dados não publicados.

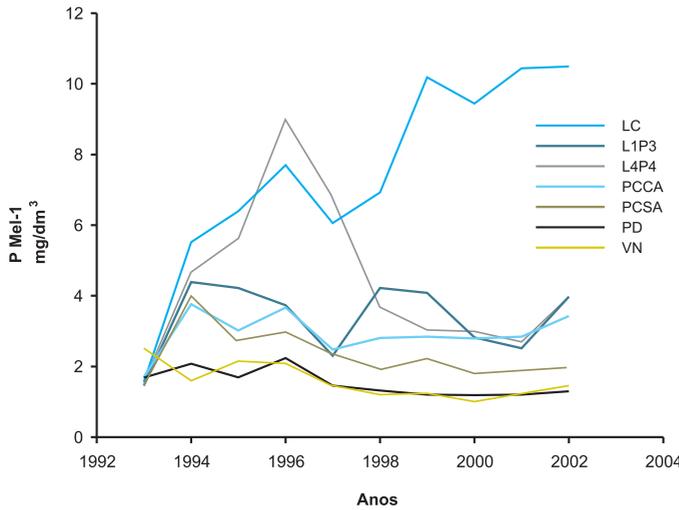


Fig. 12. Dinâmica dos teores de fósforo disponível (Mehlich 1) na camada de 0 cm a 20 cm, em sistemas contínuos de pastagens e de integração lavoura-pecuária, em um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa, Campo Grande, MS.

Fonte: Macedo (2005).

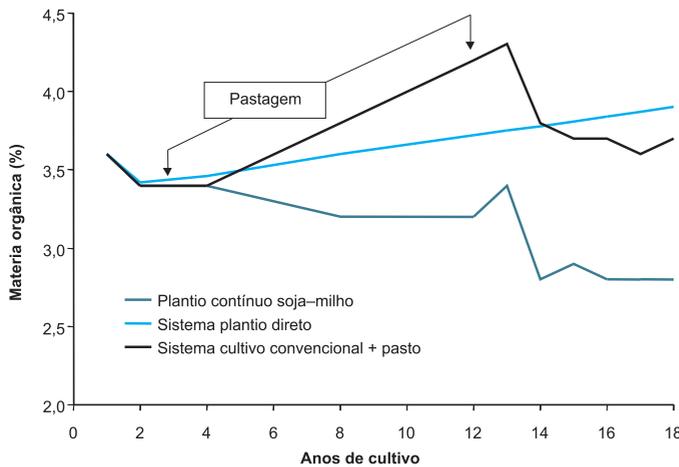


Fig. 13. Dinâmica da matéria orgânica do solo na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade em dois sistemas de rotação de culturas, Planaltina, DF.

Fonte: Sousa et al. (2004).

Depreende-se, assim, que a pesquisa na área de plantas forrageiras no Brasil nos últimos 40 anos, associada ao desenvolvimento tecnológico de outras áreas e à capacidade dos diversos atores, com participação efetiva dos produtores rurais, foi capaz de colocar a pecuária de corte brasileira como importante componente do desenvolvimento social, econômico e ambiental do País, contribuindo ainda para a inserção do setor no mercado mundial de carnes.

Desafios futuros para a pesquisa com gramíneas

Para a continuidade dos avanços discutidos, é importante que novas técnicas sejam incorporadas, de forma efetiva, aos programas de melhoramento genético forrageiro, a exemplo de marcadores moleculares associados a características

importantes e cultura de tecidos, incorporando os conhecimentos que vêm sendo alcançados em biologia celular e molecular, citogenética, genômica, proteômica, etc. No entanto, é fundamental que o trabalho de melhoramento genético seja conduzido de forma integrada não só com as disciplinas relacionadas diretamente com a avaliação das plantas, como fertilidade de solos, fitopatologia, controle de pragas e manejo, mas que essa interação se estenda para outras áreas, possibilitando um enfoque sistêmico. Nesse sentido, a avaliação com a inclusão de animais é crucial.

Novos conceitos relacionados com a ecofisiologia das plantas forrageiras e com a ecologia do pastejo devem ser incorporados aos processos de avaliação, bem como aos protocolos experimentais no futuro. Considerando-se que as forrageiras devem ser usadas como múltiplas opções, a fim de se ajustarem aos vários sistemas de produção e ao processo de pastejo, e que tal adaptação é resultante de suas formas e função, pode-se prever que a ecofisiologia desempenhará papel importante no desenvolvimento de novos métodos eficientes e ecologicamente corretos de manejo do pastejo.

No que diz respeito aos sistemas integrados, há que se aperfeiçoar alguns aspectos, ressaltando-se o aprimoramento no uso de plantio direto de pastagens sobre palhada de lavouras, o aperfeiçoamento das plantadoras existentes para o plantio de sementes de gramíneas, a adequação de diferentes espécies de gramíneas forrageiras com relação à época de plantio, à arquitetura de planta, à produção de palhada e à facilidade ao uso do sistema de plantio direto. O monitoramento da qualidade física, química e biológica do solo, em razão da introdução de pastagens em lavouras e vice-versa, também precisa ser intensificado em diferentes ecossistemas, para validar sua importância quanto à sustentabilidade da produção agrícola.

A consolidação dessa mudança de paradigma na pesquisa nacional e na percepção da importância dos progressos científicos na área deverá criar condições para que as gramíneas tropicais possam, efetivamente, contribuir, de maneira consistente e irreversível, para maior competitividade da pecuária nacional.

Referências

AGUIAR, A. de P. A. Benefícios e utilização da irrigação de pastagens para gado de corte. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E GERENCIAMENTO DA PECUÁRIA DE CORTE, 2., 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. p. 95-116.

ALCÂNTARA, P. B.; PEDRO JUNIOR, M.; DONZELLI, P. L. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1993. p. 1-16.

ALMEIDA, E. X. de; MARASCHIN, G. E.; HARTHMANN, O. E. L.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; SETELICH, E. A. Oferta de forragem de capim-elefante-anão 'Mott' e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1288-1295, 2000.

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; SALVATI, J. A. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação à cultura do milho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, p. 417-425, 1989.

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, p. 384-393, 1996.

ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandú submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte** 2003. 125p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo/Esalq, Piracicaba.

ANDRADE, R. P. de; VALENTIM, J. F. **A síndrome da morte do capim-braquiarião** Piracicaba: Beefpoint, 2004. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/bn/radaresrecnicos/artigo.asp?nv=18&area=16&área_desc=pastagem&id_artigo19327&perM=2&perA=2006>. Acesso em: 11 de fev. 2006.

BARBOSA, M. A. A. de F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim-tanzânia, sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1594-1600, 2006.

BARBOSA, R. A. **Manejo de desfolhação e seus efeitos nas características morfofisiológicas, dinâmica de perfilhamento e valor nutritivo do capim tanzânia** 2004. 129p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. “Baeti” – Embrapa 23, a new cultivar of andropogon grass (*Andropogon gayanus* Kunth). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, p. 204-213, 1995.

BIANCHIN, I. **Epidemiologia e controle de helmintos gastrointestinais em bezerras a partir da desmama, em pastagem melhorada, em clima tropical do Brasil**. 1991. 162 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E. Avaliação e seleção de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 754-762, 1994.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M. da; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1037-1044, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, G. G. L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema Semi-Árido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 85-94.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo/Esalq, Piracicaba.

CARNEVALLI, R. A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C. A. B.; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Boletim da Indústria Animal**, v. 57, p. 53-63, 2000.

CARNEVALLI, R. A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; PINTO, L. F. de M.; PEDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 919-927, 2001(a).

CARNEVALLI, R. A. F.; DA SILVA, S. C.; FAGUNDES, J. L.; SBRISSIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M.; PREDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton85 (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 58, p. 7-15, 2001(b).

CNPGC. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte**. 1976-1978. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1979. p. 28-58.

CNPGC. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte**. 1979. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1980. p. 11-24.

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS TROPICAIS SUL-AMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás, **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 123).

CORRÊA, A. S. **Pecuária de corte** – Problemas e perspectivas de desenvolvimento. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1886. 73 p. (Embrapa-CNPGC. Documentos, 33).

CORRÊA, A. S.; FAGUNDES, L. M.; BRITO, W. M.; OLIVEIRA, J. P.; KOUCHI, K.; SOUZA, O. B. M.; KAKAZU, M. I. **Mato Grosso do Sul**: subsídios para o diagnóstico do estado. Campo Grande: Embrater, 1977. 123 p.

CORRÊA, E. S.; VIEIRA, A.; COSTA, F. P.; CEZAR, I. M. **Sistema semi-intensivo de produção de carne de bovinos nelores no Centro-Oeste do Brasil**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 49 p. (Documentos/Embrapa Gado de Corte, 95).

CORRÊA, L. de A.; POTT, E. B.; CORDEIRO, L. de A. Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovino de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 159-186.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOD, P. M.; DA SILVA, S. C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de brachiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1994. p. 249-266.

CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G. B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-83.

COSTA, J. L. da. Fenação como opção de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 311-330.

COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M. Economic evaluation of agropastoral systems: some alternatives for Central Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, Tsukuba, 2001. **Anais...** Tsukuba: Jircas, 2001. p. 57-62. (Working Report n. 19)

CUNHA, M. A. D. da; LEITE, G. G.; DIOGO, J. M. da S.; VIVALDI, L. J. Características morfológicas do *Paspalum atratum* cv. Pojuca, submetidos ao pastejo rotacionado. Dinâmica de perfilhamento e alongação de folhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 935-940, 2001.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 347-385.

DA SILVA, S. C.; PASSANEZI, M. M.; CARNEVALLI, R. A.; PEDREIRA, C. G. S.; FAGUNDES, J. L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1998. p. 29-150.

DAHER, R. F.; MORAES, C. F.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; XAVIER, D. F. Seleção de caracteres morfológicos discriminantes em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 247-254, 1997.

DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 197-204, 2001.

DERESZ, F.; COSTA, M. L. P.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ABREU, J. B. R. de. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 863-869, 2006.

DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário de “*Panicum maximum* cv. Tanzânia” sob regime de desfolhação intermitente**. Viçosa, 2005. 100 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

EUCLIDES, V. P. B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 65 p.

EUCLIDES, V. P. B. **Sistemas de produção sustentáveis de alta produtividade em pastagens, na região dos Cerrados**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2007. 34 p. (Embrapa. Programa Produção Animal. Subprojeto 06.0.99.180.01).

EUCLIDES, V. P. B. ; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. In: Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p. 85-111.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P. ; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 451-462, 2001.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R. S.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. de. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 273-280, 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P. Animal production under intensive systems formed by a combination of *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *B. decumbens* and *B. brizantha*. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: WAAP/UFRGS, 2003. CD-ROM.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBZ/Videolar, CD-ROM. FOR-020.

EUCLIDES, V. P. B. ; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; FLORES, R. S.; OLIVEIRA, M. P. de. Animal performance and productivity of new ecotypes of *Brachiaria brizantha* in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 106.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALÉRIO, J. R.; BONO, J. A. M. Cultivar Massai (*Panicum maximum*) uma nova opção forrageira: características de adaptação e produtividade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ/São Paulo: Videolar, 2000. CD-ROM. Oral. Forragicultura. 0691.

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43 p. (Documentos, 139).

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2005. p. 33-70.

EUCLIDES, V. P. B.; QUEIROZ, H. P. de. **Manejo de pastagens para produção de feno-empé**: Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 4 p. (Gado de Corte Divulga, 39).

EVANGELISTA, A. R.; PERON, A. J. AMARAL, P. N. C. do. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 463-507.

- FONSECA, D. M.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, A. C.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BONJOUR, S. C. M. Produção de leite em pastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 164-170, 1998.
- FRANCO, M. Colheita de capim no tempo certo dá mais lucro. **DBO Rural**, nov., p. 44-52, 2006.
- GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; ABREU, J. G.; RUIZ, H. A. Efeito da profundidade da semeadura e da pressão de compactação no solo a emergência de *Brachiaria decumbens* stapf cv. Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, p. 427-433, 1998.
- GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/Embrapa-CNPGL, 1986. 197 p.
- GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRAS, S. P. QUADROS, H. B. Consumo e Produção de Leite de Vacas Mestiças em Pastagem de *Brachiaria decumbens* Manejada sob Duas Ofertas Diárias de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 1194-1999, 2001.
- GOMIDE, J. A.; CHRISTMAS, E. P.; GARCIA, R.; PAULA, R. R. Competição de gramíneas forrageiras em um latossolo vermelho distrófico sob vegetação de Cerrado do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 3, p.191-209, 1974
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203 p.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in Tropical Pasture Plants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p.180-202.
- JACQUES, A. V. A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. De A. (Ed.). **Capim-elefante, produção e utilização**. Brasília: Embrapa SPI – Embrapa Gado de leite, 1997. p. 31-46.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y. H.; SOUZA, M. T.; COSTA, J. C. G. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. I. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 443-440, 1994.
- KLUTHCOUSKI J.; AIDAR, H. Implantação, Condução e Resultados Obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI J.; SONE, L.F.; AIDAR, H (Ed.) **Integração Lavoura e Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441.
- KLUTHCOUSKI, J.; SONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura e Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- LANA, R. P. **Sistema de formulação de rações**. Viçosa: UFV, 2000. 60 p.
- LANNA, D. P. D; BARIONI, L. G.; BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. **Programa de computador (software): RLM 2.0 – Ração de lucro máximo**. Versão 2.0. Piracicaba: Esalq, 1999.
- LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T; NOGUEIRA, A. C.; AROEIRA, L. J. M.; SALMAN, A. K. D.; SOARES, J. P. G. Estimativa do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. Cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1919-1924, 2001.
- LOURENÇO JÚNIOR, J. B; GARCIA, A. R. Produção animal no bioma amazônico: atualidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. p. 63-83.
- MACÊDO, G. A. R.; ESCUDER, C. J. Cobertura vegetal das pastagens de capim-gordura (*Milinis minutiflora* P. Beauv) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (ness) Stapf) sob diferentes lotações em área de Cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 9, p. 31-40, 1980.
- MACEDO, M. C. M. Adubação de pastagens. In: CURSO SOBRE PASTAGENS PARA SEMENTEIROS, CAMPO GRANDE, 1993. Campo Grande: Embrapa-CNPGL, 1993. p. 85-99.

- MACEDO, M. C. M. Adubação fosfata em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 2003. CD-ROM.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 257-283.
- MACEDO, M. C. M. Pastagem no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84.
- MACEDO, M. C. M.; BONO, J. A.; ZIMMER, A. H.; COSTA, F. P.; MIRANDA, C. H. B.; KICHEL, A. N.; KANNO, T. Preliminary results on agropastoral systems in the Cerrados of Mato Grosso do Sul - Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, Tsukuba, 2001. **Anais...** Tsukuba: Jircas, 2001. p. 35-42.
- MARASCHIM, G. E. Avaliação de forrageiras e rendimento de pastagens com o animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1994. p. 65-98.
- MARASCHIN, G. E. Relembrando o passado, entendendo o presente e planejando o futuro. Uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 113- 179.
- MARASCHIN, G. E.; MOTT, G. O. Resposta de uma complexa mistura de pastagem tropical a diferentes sistemas de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, p. 221-227, 1989.
- MELLO, A. C. L. de; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*panicum maximum* jacq. cv. tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 282-289, 2004.
- MONTEIRO, M. C. da C.; LUCAS, E. D. de.; SOUTO, S. M. Estudo de seis espécies forrageiras do gênero *Brachiaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 9, p. 17-20. 1974.
- MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production . In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Reading: University of Reading, p. 606-611.
- MÜLLER, M. dos S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA, A. G. y G.; OVEJERO, R. F. L. Produtividade de *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado em pastejo rotacionado. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 427-433, 2002.
- NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E.; SILVA, S. P. Semeadura de gramíneas forrageiras tropicais. II. Densidade de sementeira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 24, p. 522-529, 1995.
- PALIERAQUI, J. G. B.; FONTES, C. A. de A.; RIBEIRO, E. G.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FERNANDES, A. M. Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins mombaça e napier. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2381-2387, 2006.
- PEIXOTO, M. P. Abertura do simpósio sobre manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 1973. p. 7-8.

PENATI, M. A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós-pastejo.** Piracicaba, 2002. 117 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo/ Esalq.

PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. de P.; RUIZ, M. A. M. Pastagem no ecossistema Mata Atlântica: atualidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 36-55.

PEREIRA, R. M. A.; SYKES, D. J.; GOMIDE, J. A.; VIDIGAL, G.T. Competição de 10 gramíneas para capineiras no Cerrado, em 1965. **Revista Ceres**, v. 74, p. 141-153, 1966.

PINHEIRO, V. D.; COELHO, R. D; LOURENÇO, L. F. Viabilidade econômica da irrigação de pastagens de capim-tanzânia em diferentes regiões do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2002. p. 159-188.

PORTELLA, C. M. de O. **Efeito de herbicidas e diferentes populações de forrageiras consorciadas com as culturas de soja e milho no sistema Santa Fé** Goiânia, 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás.

REIS, R. A.; MELO, G. M. P. de; BERTPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; BALSALOBRE, M. A. A. Suplementação de animais em pastagens: quantificação e custos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2005, p. 279-352.

RIBEIRO, J. L.; QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G. Desenvolvimento de aditivos microbianos para ensilagem: Realidades e perspectivas. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P de; BERNARDES, T. F. (Ed.). **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2005. p. 1-23.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. de J. D. Capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1999. p. 135-156.

RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Bases para o estabelecimento do manejo de capins do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1995. p. 197-218.

SANTOS A. L.; LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; LEME, P. R.; MALHEIROS, E. B.; NOGUEIRA, J. R.; PINHEIRO, M. da G.; LIMA, N. C.; SIMILI, F. F. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1051-1059, 2005.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua** Piracicaba, 2004. 171 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo/ Esalq.

SILVA, D. S.; GOMIDE, J. A.; FONTES, C. A. A.; QUEIROZ, A. C. Pressão de pastejo em pastagens de capim-elefante-anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott). I. Efeito sobre a estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 23, p. 249-257, 1994.

SIMÃO NETO, M. Sistemas de pastejo 2. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1986. p. 291-307.

SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P. de; BERNARDES, T. F. (Ed.). **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2005. p. 25-60.

SOUSA, D. M. G. de; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2004. p. 101-138.

THIAGO, L. R. L. de S.; VALLE, L. da C. S.; SILVA, J. M. da; MACEDO, M. C. M.; JANK, L. Uso de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon, e *Panicum maximum* cv. Mombaça em pastejo rotativo, visando produção intensiva de carne. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM Forragicultura. 0690.

UEBELE, M. C. **Padrões demográficos de perfilamento e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente** Piracicaba, 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo/ Esalq.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2006. 329 p.

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS-FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. **O capim Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 26 p. (Documentos, 149).

VIEIRA, J. M. Implantação e diversificação de pastagens. In: CURSO DE PASTAGENS, 1997, Campo Grande. **Palestras apresentadas...** Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1997. Não paginado.

VIEIRA, J. M.; VIEIRA, A. Desempenho produtivo de animais pastejando capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 2., 1991, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1991. p. 187-261.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 2..ed. p. 367-382.

VOLTOLINI, T. V. **Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim-elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras** Piracicaba, 2006. 167p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo/Esalq.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; BARCELLOS, A. O.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1994. p. 153-208.

ZIMMER, A. H.; SILVA, M. P.; MAURO, R. Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2002. p. 31-58.

Literatura recomendada

CORSI, M. Dica de especialista: melhor resposta no verão (entrevista). **DBO Rural**, São Paulo, v. 17, n. 218, 1988, 62 p.

EUCLIDES, V. P. B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 437-469.

EUCLIDES, V. P. B. **Sistemas de produção intensivos na região dos Cerrados** Campo Grande: Fundect (Relatório Técnico do projeto 3017.213.408.19092005) Disponível em: <http://www.fundect.ms.gov.br>. Acesso em: 12 fev. 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z. J.; FIGUEIREDO, G. R. **Alternativa de suplementação para redução da idade de abate de bovinos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares** Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1997. 25 p. (Embrapa-CNPGC. Circular Técnica, 25).

GARCIA, J. **Suplementação para novilhos em pastagens de capim-braquiária nos períodos de seca e de transição seca-águas** Maringá, 2005. 190 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá.

MACEDO, M. C. M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2004. p. 317-355.

PESSÔA, V. L. S. **Ação do Estado e as transformações agrárias no Cerrado das zonas de Paracatu e Alto Paranaíba - MG Rio Claro**. Rio Claro, 1988. 239 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo.

VALLE, L. C. S.; VALÉRIO, J. R.; SOUZA, O. C. de; FERNANDES, C. D. **Diagnóstico de morte de pastagens nas regiões leste e nordeste do Estado do Mato Grosso** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 10 p. (Documentos, 98).

Capítulo 9

Leguminosas cultivadas

Judson Ferreira Valentim
Carlos Maurício Soares de Andrade
Rosângela Maria Simeão Resende
Giselle Mariano Lessa de Assis
Rodolfo Godoy
Valéria Pacheco Batista Euclides
Patrícia Menezes Santos

Até meados do século 20, a agricultura tropical encontrava-se estagnada com sistemas de produção de baixo nível tecnológico, com o uso de cultivares pouco produtivas, solos degradados e grande incidência de pragas e doenças. A miséria e a fome eram a realidade para grande parte da população do mundo tropical. Ressalta-se que a maioria dos países em desenvolvimento está localizada em regiões tropicais.

A partir da década de 1940, iniciou-se esforço internacional planejado, com a participação da Fundação Rockefeller, da Fundação Ford e de governos de diversos países em desenvolvimento, com o objetivo de eliminar a fome e aumentar a capacidade de suporte populacional do mundo. A estratégia para alcançar esses objetivos tinha como foco o aumento do conhecimento tecnológico na agricultura (novas cultivares, mecanização, corretivos, fertilizantes, irrigação e pesticidas) e sua adoção pelos produtores, resultando no aumento significativo da produtividade das culturas e da oferta de alimento nos países em desenvolvimento.

No Brasil, em 1973, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em substituição ao Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) do Ministério da Agricultura que, até então, fazia a pesquisa agrícola do País junto com universidades e institutos estaduais. A Embrapa foi criada com quatro grandes propósitos: garantir o abastecimento de alimentos nas cidades, onde estava a maioria dos pobres; ajudar a levar o desenvolvimento ao interior do País, criando riquezas, gerando empregos e bem-estar na área rural; preservar a base de recursos naturais do Brasil; e criar excedentes para a exportação. A Embrapa tem sob sua coordenação

o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações que, de forma cooperada, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico.

Nas últimas quatro décadas, ocorreu um processo acelerado de urbanização da população, de aumento da renda per capita e de integração das economias dos países em desenvolvimento ao mercado global. Isso resultou em revolução na agricultura tropical, caracterizada pelo crescimento em larga escala na demanda mundial de alimentos, causando profundos impactos na saúde e na qualidade de vida da população dos países em desenvolvimento e no ambiente global. Ao mesmo tempo, verifica-se um processo crescente de aumento da competitividade nas cadeias produtivas das principais commodities do agronegócio no mercado mundial (DELGADO, 2005).

Em escala global, as pastagens nativas e cultivadas cobrem cerca de 25 % da superfície terrestre (3,4 bilhões de hectares), sendo que, aproximadamente, um quarto dessa área também é utilizada para a produção agrícola. As pastagens são o recurso alimentar básico para a pecuária no mundo e, nas regiões mais úmidas, sistemas de produção mistos são responsáveis pelo suprimento de mais de 90 % do leite, 70 % da produção de carne de ovinos e caprinos e 35 % da carne bovina. Os sistemas de produção pecuários desenvolvidos nessas áreas contribuem para a alimentação de 800 milhões de pessoas, incluindo muitos pequenos produtores de baixa renda (FAO, 2007).

Os ecossistemas de pastagens cultivadas nos trópicos apresentam baixa diversidade de plantas e são constituídos, predominantemente, por uma espécie de gramínea (VALENTIM et al., 2006). A percepção de que o uso de leguminosas forrageiras, com a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, resultaria em contribuição potencial ao sistema de produção animal nos trópicos ocorreu na primeira metade do século 20. Havia o conhecimento de que as gramíneas tropicais apresentavam menor qualidade nutricional do que as temperadas e que a introdução de leguminosas tropicais, adaptadas ao sistema de criação de animais sob pastejo, resolveria dois problemas: a) o baixo nível de nitrogênio nos solos da região; e b) a reduzida qualidade protéica disponível na dieta de ruminantes (SHELTON et al., 2005). Essa máxima continua verdadeira e, atualmente, devem-se acrescentar os impactos socioeconômico e ambiental do seu uso em diversos sistemas de produção, minimizando os declínios qualitativo e quantitativo da biomassa forrageira e todas as suas implicações.

Evolução da pesquisa e desenvolvimento de cultivares

O período compreendido entre a década de 1970 e o início da década de 1990 caracterizou-se por grande esforço de instituições nacionais e internacionais visando à prospecção, à coleta e à avaliação de germoplasma de gramíneas e de leguminosas forrageiras nos trópicos. Esses esforços tiveram o suporte do International Plant Genetic Research Institute (IPGRI), hoje Bioversity International, liderados pelo Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), na Austrália, e do International Livestock Research Institute (ILRI), na Etiópia. Na América Latina, a liderança ficou sob a responsabilidade do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) na Colômbia e da Embrapa no Brasil. Como resultado das coletas realizadas na segunda metade do século 20, estima-se que há 30 mil acessos das principais espécies forrageiras alocados nos bancos de germoplasma internacionais, principalmente na Austrália (CSIRO), no Brasil (Embrapa) e na Colômbia (Ciat). Nesses bancos, a representatividade de leguminosas tropicais, oriundas principalmente da América do Sul e Caribe, é de 2,5 a 8,5 vezes maior do que a de gramíneas (SPAIN, 1988; SCHULTZE-KRAFT et al., 1993; HANSON; MAASS, 1999).

No Brasil, o início efetivo do uso de leguminosas forrageiras em pastagens ocorreu na década de 1970. Essa fase foi caracterizada por enorme entusiasmo entre técnicos e pesquisadores brasileiros com as vantagens potenciais do consórcio de gramíneas e leguminosas forrageiras – especialmente com relação ao suprimento de nitrogênio para o sistema solo-planta e de proteína para a dieta animal – e pela expectativa de que os resultados obtidos nos países mais desenvolvidos, principalmente na Austrália, pudessem ser repetidos no Brasil. Nesse período, a pesquisa agropecuária nacional ainda era bastante incipiente e a inexistência de cultivares de leguminosas forrageiras desenvolvidas no País gerou a necessidade de sua importação da Austrália. Entretanto, os resultados obtidos nessa primeira fase foram desanimadores, principalmente com relação à baixa persistência das leguminosas nos pastos consorciados. A maioria das cultivares sofreu com: a) a falta de adaptação às condições edáficas do Brasil, bem diferentes daquelas onde tinham sido selecionadas; b) problemas bióticos, especialmente as cultivares australianas de *Stylosanthes*, que foram dizimadas pela antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides*

(Penz.) Penz. & Sacc.]; e c) a falta de experiência no manejo do pastejo de pastos consorciados (SPAIN, 1988; BARCELLOS; VILELA, 1994).

Os trabalhos de pesquisa realizados nas décadas de 1970 e de 1980 estiveram focados principalmente em oito gêneros, sendo que *Centrosema*, *Macroptilium* e *Neonotonia*, especialmente com cultivares australianas, estiveram presentes em mais de 50 % dos trabalhos publicados (Tabela 1).

Tabela 1. Participação de diferentes gêneros de leguminosas forrageiras, herbáceas e arbustivas nos trabalhos publicados na *Revista Brasileira de Zootecnia*, entre 1972 e 2006.

Gêneros	Década				
	1970	1980	% ⁽¹⁾	1990	2000
<i>Arachis</i>	-	-		4	47
<i>Cajanus</i>	-	-		23	18
<i>Calopogonium</i>	9	7		27	-
<i>Centrosema</i>	45	60		23	6
<i>Clitoria</i>	-	-		12	-
<i>Desmodium</i>	-	7		12	12
<i>Galactia</i>	9	40		19	-
<i>Lablab</i>	18	7		8	-
<i>Leucaena</i>	-	-		8	18
<i>Macroptilium</i>	64	60		-	-
<i>Neonotonia</i>	55	47		19	18
<i>Pueraria</i>	-	-		27	6
<i>Stylosanthes</i>	27	40		31	29

⁽¹⁾ A maioria dos trabalhos envolveu mais de um gênero, razão pela qual a somatória é superior a 100 %.

Nesse período, com exceção do gênero *Stylosanthes*, composto, predominantemente, por espécies de crescimento ereto, todos os demais gêneros eram constituídos por espécies de crescimento volúvel (plantas trepadeiras). Na época, havia a crença de que essas leguminosas eram as únicas capazes de conseguir competir eficientemente por luz com as gramíneas tropicais (plantas C4), pelo fato de poderem escalar o topo do dossel das gramíneas (MOTT, 1983). Posteriormente, esse ponto de vista mostrou-se totalmente equivocado quanto à persistência dessas leguminosas sob pastejo (CLEMENTS, 1989; FISHER et al., 1996).

Nessa época, a maior parte dos trabalhos buscava determinar o potencial das leguminosas para aumento da produção animal em pastagens (Tabela 2), seja comparando pastos consorciados com pastos de gramíneas fertilizados com nitrogênio, seja o potencial da introdução de leguminosas sobre o aumento da produção animal em pastagens naturais. O estudo de métodos de estabelecimento de pastos consorciados, a determinação das exigências nutricionais das leguminosas e a avaliação da qualidade da forragem produzida foram outros temas de destaque. A comparação de genótipos de leguminosas forrageiras em diferentes ambientes foi um tema bastante investigado entre o início da década de 1980 e meados da década de 1990, coincidindo com o período de maior esforço de avaliação de germoplasma pela Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT).

A década de 1990 foi caracterizada por forte diversificação dos gêneros de leguminosas forrageiras e dos temas pesquisados (Tabelas 1 e 2). Na década atual, com a redefinição das estratégias de desenvolvimento de cultivares de

Tabela 2. Principais temas pesquisados nos trabalhos publicados sobre leguminosas forrageiras na *Revista Brasileira de Zootecnia*, entre 1972 e 2006.

Temas pesquisados	Década			
	1970	1980	1990	2000
Qualidade de forragem	18	7	15	23
Manejo do pastejo	-	-	11	29
Nutrição mineral	27	-	19	-
Produção animal	27	27	4	-
Comparação de genótipos	-	20	11	6
Métodos de estabelecimento	18	27	4	-
Fixação biológica de nitrogênio	-	-	11	12
Produção de sementes	-	13	4	-
Caracterização morfológica	-	-	4	6
Fenação e ensilagem	-	7	4	-
Manejo sob cortes	9	-	4	-
Sistemas silvipastoris	-	-	4	6
Adaptação edáfica	-	-	-	6
Alelopatia	-	-	4	-
Ciclagem de nutrientes	-	-	-	6
Metodologia de avaliação	-	-	-	6

leguminosas forrageiras, a partir do final da década de 1990, a maioria dos trabalhos publicados concentrou-se em dois gêneros de leguminosas herbáceas (*Arachis* e *Stylosanthes*) e dois de leguminosas arbustivas (*Cajanus* e *Leucaena*).

O primeiro trabalho publicado sobre o gênero *Arachis* ocorreu somente em 1999. No entanto, as leguminosas desse gênero, especialmente *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Gregory e *A. repens* Handro, representam quase metade das pesquisas publicadas sobre leguminosas forrageiras tropicais na atual década. O principal motivo do entusiasmo com esse gênero foi a percepção de que se tratava de plantas forrageiras diferenciadas das demais existentes, especialmente com relação às suas características de alta resistência ao pastejo, excelente valor nutritivo e boa palatabilidade (GROF, 1985; VALENTIM; ANDRADE, 2004). Já o gênero *Stylosanthes* é aquele que vem despertando interesse dos pesquisadores brasileiros há mais tempo, razão pela qual possui o maior número de cultivares lançadas.

Na década atual, verifica-se maior foco das pesquisas em dois temas principais: qualidade de forragem e manejo do pastejo (Tabela 2). As pesquisas sobre a qualidade da forragem produzida pelas leguminosas é tema de interesse dos pesquisadores brasileiros desde a década de 1970, visto que uma das principais expectativas do uso de leguminosas forrageiras em pastagens era a melhoria da qualidade da dieta dos animais em pastejo. Nos últimos 10 anos, entretanto, com o surgimento de novos procedimentos metodológicos de avaliação da qualidade de alimentos para os ruminantes, houve renovação do interesse por esse assunto. Já a definição de estratégias de manejo do pastejo para pastos consorciados foi negligenciada pela pesquisa até meados da década de 1990, quando a maioria das análises sobre os problemas de persistência das leguminosas nas pastagens tropicais mostrou que a deficiência quanto a esse tema era uma das causas mais importantes e que esse deveria ser priorizado (SPAIN; VILELA, 1990; LASCANO, 2000; PEREIRA, 2002). Também cresceu a conscientização de que é necessário o desenvolvimento de estratégias de manejo do pasto específicas para cada consórcio (CRUZ; SINOQUET, 1994; THOMAS, 1995; FISHER et al., 1996; CARVALHO et al., 2006) em vez de fazer recomendações gerais, que predominavam na literatura das décadas de 1970 e 1980 (WHITEMAN, 1980; ROBERTS, 1982). Exemplos dessa nova fase de pesquisa são os trabalhos que resultaram na definição de alvos de manejo do pastejo para o consórcio do capim-massai (*Panicum maximum* Jacq., cultivar Massai) com o amendoim forrageiro (ANDRADE et al., 2006).

Como resultado dos esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) empreendidos desde meados do século 20, diversas cultivares de leguminosas forrageiras foram lançadas (Tabela 3). Apesar disso, até o final da década de 1990, a utilização dessas cultivares para a formação de pastos consorciados

no Brasil era desprezível. Nessa época, *Calopogonium mucunoides* Desv. no Cerrado (MACEDO, 1995; ZIMMER; EUCLIDES FILHO, 1997) e *Pueraria phaseoloides* (Roxburgh) Benth. na Amazônia, em especial no Estado do Acre (VALENTIM; ANDRADE, 2004), duas leguminosas utilizadas tradicionalmente como cultivos de cobertura do solo nessas regiões, eram as leguminosas mais plantadas no País.

Tabela 3. Cultivares das principais leguminosas forrageiras obtidas para cultivo no Brasil.

Espécie	Cultivar	Ano
<i>Arachis pintoi</i>	Amarillo MG-100	1994
	Belmonte	1999
	Alqueire 1	1998
<i>Cajanus cajan</i>	Kaki	Sem informação
	IAC-Fava Larga	1989
	IAPAR-43 Aratã	1990
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Itabela	1987
<i>Galactia striata</i>	Yarana	1984
<i>Stylosanthes guianensis</i>	IRI 1022	Década de 1970
	Bandeirante	1983
	Mineirão	1993
	Bela	2006
<i>S. capitata</i>	Lavradeiro	Sem informação
<i>S. capitata</i> e <i>S. macrocephala</i>	Campo Grande	2000
<i>S. macrocephala</i>	Pioneiro	1983

Fontes: Souza et al. (1983a, b); Nascimento Junior (1986); Pereira (1992); Embrapa (1993); Embrapa Gado de Corte (2000); Pereira (2002); Perez (2004); Matsuda Sementes (2007).

Como estratégia de fortalecimento da área de pesquisa em leguminosas forrageiras, estruturaram-se programas de coleta e intensificaram-se as avaliações de espécies em ensaios comparativos de adaptabilidade, potencial agronômico e incidência de doenças e pragas. Entre as espécies coletadas e avaliadas no Brasil destacam-se: a) as do gênero *Stylosanthes*, pela sua alta adaptação aos solos fracos e ácidos do Cerrado alta capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, tolerância à seca e elevada produtividade; b) espécies do gênero *Arachis*, em especial, *A. pintoi*, adaptada a solos de baixa permeabilidade, amplamente encontrados na Amazônia Legal; c) *P. phaseoloides* (kudzu

tropical), de importância regional, com amplo uso em pastagens cultivadas no Acre, sobressaindo pela elevada persistência; d) guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], leguminosa arbustiva originária da Índia, com alto teor de proteína na estação seca, elevada aceitabilidade e bom desenvolvimento em solos relativamente pobres e ácidos; e e) as espécies arbóreas *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit e *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, importantes para uso em múltiplos propósitos, como alimentação animal, contribuições para produtividade em sistemas de cultivo e pela proteção ao ambiente.

Perspectivas do melhoramento de leguminosas forrageiras

O desenvolvimento de novas cultivares com atributos específicos exigidos pelo mercado depende da existência de variabilidade genética na coleção de germoplasma. Portanto, a prática efetiva do melhoramento genético depende da introdução ou coleta, da conservação e da caracterização dos acessos da espécie ou gênero de interesse. No caso das leguminosas forrageiras, grandes esforços de coleta foram realizados durante a década de 1980 no Brasil. Os principais gêneros ou espécies coletados encontram-se na Tabela 4 (SILVA; VALLS, 2005).

As pastagens cultivadas nos trópicos são baseadas em cultivares resultantes de programas de seleção e obtenção de cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras que têm empregado, basicamente, a seleção fenotípica de acessos e de indivíduos dentro de acessos (VALLE, 2002; KERRIDGE; HARDY, 1994; CHAKRABORTY et al., 2004). Muitos programas baseiam a seleção em um ou dois ciclos, promovendo a liberação de germoplasma na forma de cultivar. A multilinha *Stylosanthes* spp. cultivar Campo Grande foi, todavia, obtida com base na recuperação de materiais genéticos avaliados em testes de espécies, em que *Stylosanthes macrocephala* M. B. Ferr. & S. Costa e *S. capitata* Vog. foram os únicos sobreviventes in situ, na proporção de 30:70, respectivamente. Promoveu-se um intercruzamento entre esses materiais genéticos e outros que já vinham sendo avaliados e selecionados para resistência à antracnose e, após alguns ciclos, obteve-se a cultivar Campo Grande, com mistura física de sementes das duas espécies, na proporção relatada anteriormente (FERNANDES et al., 2004).

O que se observa nos programas de melhoramento de leguminosas forrageiras é a falta de informações importantes, como o controle genético dos caracteres

Tabela 4. Principais gêneros ou espécies de leguminosas forrageiras coletados e conservados no Brasil.

Gênero/Espécie	Número de acessos coletados
<i>Adesmia</i>	147
<i>Aeschynomene</i>	410
<i>Arachis glabrata</i>	106
<i>Arachis pintoii</i>	140
<i>Arachis repens</i>	43
<i>Cajanus cajan</i>	67
<i>Calopogonium</i>	49
<i>Centrosema</i>	652
<i>Cratylia argentea</i>	50
<i>Desmodium</i>	429
<i>Macroptilium</i>	159
<i>Stylosanthes</i>	2267
<i>Zornia</i>	658

Fonte: Adaptada de Silva e Valls (2005).

e estimativas de parâmetros genéticos, fundamentais no delineamento de estratégias eficientes de melhoramento. Para a maioria das leguminosas forrageiras tropicais, desconhece-se a taxa de cruzamento, determinante na amostragem para coleta de germoplasma e na sua manutenção; na tomada de decisões pelo melhorista, em termos de estratégias de melhoramento; na definição do tamanho efetivo ótimo; nas estimativas de parâmetros genéticos; na predição de valores genéticos dos indivíduos candidatos à seleção; e nos tipos de cultivares a serem obtidas (VENCOVSKY et al., 2001).

Atualmente, a Embrapa coordena os programas de melhoramento genético de leguminosas forrageiras no Brasil, por meio de cinco Unidades Descentralizadas (Tabela 5). Participam desses programas outros Centros de Pesquisa da Embrapa, além de instituições estaduais de pesquisa e universidades, distribuídas em todo o território nacional.

Nos últimos 30 anos, houve aumento expressivo dos conhecimentos científicos nas áreas da biologia celular e molecular. A biotecnologia tem disponibilizado diversas metodologias para auxiliar o melhoramento genético convencional, permitindo que o tempo para a obtenção da cultivar melhorada seja menor. No caso das leguminosas forrageiras tropicais, a maioria das cultivares foi obtida pela seleção massal, a partir da avaliação, muitas vezes regional, de

Tabela 5. Principais leguminosas forrageiras e instituições responsáveis pelo melhoramento genético no Brasil.

Espécie/Gênero	Instituição de pesquisa
<i>Arachis</i>	Embrapa Acre
<i>Cajanus cajan</i>	Embrapa Pecuária Sudeste
<i>Cratylia</i>	Embrapa Gado de Leite
<i>Leucaena</i>	Embrapa Cerrados
<i>Medicago sativa</i> L.	Embrapa Gado de Leite
<i>Stylosanthes</i>	Embrapa Gado de Corte

acessos diretamente coletados da natureza. Além disso, o emprego das ferramentas da biologia molecular para auxiliar os programas de melhoramento é praticamente inexistente, contudo, é excelente oportunidade de gerar grandes avanços na área.

Entre as leguminosas forrageiras atualmente comercializadas no Brasil, devem ser citadas aquelas cuja produção de sementes foi superior a 0,5 tonelada no período entre 1999/2000 e 2004/2005: *Calopogonium mucunoides*; *Cajanus cajan* cultivares Fava Larga, Caqui, Comum, Iapar-43; *Dolichos lablab* L.; *S. capitata*, cultivar Campo Grande I; *S. macrocephala*, cultivar Campo Grande II; *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz., cultivar Mineirão; *Centrosema pubescens* Benth., cultivar Cardillo; *Pueraria phaseoloides*, cultivar Comum.

Impactos das leguminosas forrageiras nos sistemas de produção pecuários

Durante o 19º Congresso Internacional de Pastagens, realizado em São Paulo, Brasil, em 2001, houve consenso de que apesar de mais de 50 anos de esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos trópicos, a adoção de leguminosas forrageiras nos sistemas de produção tinha sido muito menor do que as expectativas iniciais (SHELTON et al., 2005).

As causas da falta de adoção de leguminosas forrageiras nos trópicos foram amplamente discutidas por Penguelly et al. (2004) e Shelton et al. (2005).

As principais são: a dificuldade de convencimento dos produtores sobre os benefícios do seu uso (divulgação e orientação); a falta de interação dos obtentores das tecnologias (cultivares) com a iniciativa privada, para fins de multiplicação e distribuição das sementes ou propágulos; e as falhas intrínsecas às cultivares lançadas, como a baixa produção de sementes e conseqüente custo elevado de comercialização.

Segundo Valentim e Andrade (2004), a baixa utilização de leguminosas em pastagens consorciadas com gramíneas nos sistemas de produção pecuários nos trópicos é conseqüência de vários fatores técnicos, sociais, econômicos e ambientais. Entre estes, a utilização de estratégias inadequadas no processo de P&D e de transferência das tecnologias foi o grande responsável pela atual falta de credibilidade, entre produtores e pesquisadores, nos benefícios do uso de leguminosas nesses sistemas de produção pecuários nos trópicos.

Se, por um lado, essa experiência inicial negativa causou descrença da tecnologia entre pecuaristas, extensionistas e alguns grupos de pesquisadores (SPAIN, 1988), por outro contribuiu para gerar consenso sobre a necessidade de desenvolvimento de germoplasma adaptado às diferentes condições edafoclimáticas e socioeconômicas dos sistemas de produção pecuários existentes nos trópicos.

No Brasil, as principais histórias de sucesso no uso de leguminosas forrageiras em pastagens foram apresentadas durante o *Congresso Internacional de Pastagens*, na Irlanda, em 2005. Duas dessas experiências tiveram abrangência regional e ocorreram no Estado do Acre, com a puerária e o amendoim-forrageiro (VALENTIM; ANDRADE, 2005a, b), e a outra teve abrangência nacional, envolvendo o estilosantes ‘Campo Grande’ (FERNANDES et al., 2005).

No fim da década de 1970, a Embrapa estabeleceu um programa de P&D participativo no Acre, visando à recomendação de gramíneas e leguminosas forrageiras para uso em pastagens consorciadas nos sistemas de produção pecuários. Após mais de 25 anos desde que os produtores começaram a estabelecer pastagens de gramíneas consorciadas com leguminosas, *P. phaseoloides* está presente em mais de 30 % (420 mil hectares) da área de pastagens do Estado, em mais de 5.400 propriedades (Fig. 1). Em algumas dessas propriedades, a leguminosa tem persistido por mais de 20 anos (VALENTIM; ANDRADE, 2005a).

Já o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii*, cultivar Belmonte) foi recomendado pela Embrapa como alternativa para a recuperação de pastagens degradadas onde vinha ocorrendo a síndrome-da-morte-do-capim-marandu (*Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu). No início de 2000, produtores que tradicionalmente colaboravam com a Embrapa Acre na validação de tecnologias começaram a

Foto: Carlos Maurício Soares de Andrade



Fig. 1. Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu consorciada com *Pueraria phaseoloides* em Rio Branco, AC, 2004.

recuperar essas áreas degradadas por meio do plantio de mudas do amendoim-forrageiro, cultivar Belmonte, em consórcio com as gramíneas *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick., estrela-africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) e capim-tangola [*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. x *Brachiaria arrecta* (Hack. ex T. Durand & Schinz) Stent], que eram adaptadas aos solos de baixa permeabilidade dessas propriedades (Fig. 2). O sucesso desses produtores com a adoção dessa tecnologia despertou o interesse dos demais. Em 2004, mais de mil pequenos, médios e grandes produtores já possuíam pastagens de gramíneas consorciadas com amendoim-forrageiro em área superior a 65 mil hectares no Acre (VALENTIM; ANDRADE, 2005b).

No Acre, entre 1990 e 2004, o rebanho bovino cresceu 416 %, enquanto a área desmatada aumentou 147 %. Isto foi possível graças à adoção de tecnologias que contribuíram para o prolongamento da vida produtiva média das pastagens, passando de 3 anos a 5 anos para 10 anos a 20 anos; e para o aumento

Foto: Judson Ferreira Valentim



Fig. 2. Pastagem consorciada de *B. decumbens*, *C. nlemfuensis* e *Arachis pintoi* cv. Belmonte na Fazenda Guaxupé, Rio Branco-AC, 2006.

da capacidade média de suporte das pastagens no estado, passando de 1,1 cabeça/ha, em 1970, para 1,54 cabeça/ha, em 2004. Este aumento de 38 % na taxa de lotação das pastagens permitiu evitar o desmatamento de 630 mil hectares de florestas para a implantação de pastagens no Acre entre 1970 e 2004 (VALENTIM; GOMES, 2006). Parte desse impacto positivo do uso de tecnologias na pecuária do Acre pode ser atribuída ao uso de leguminosas forrageiras nas pastagens.

Os fatores-chave para o sucesso na adoção em larga escala da puerária e do amendoim-forrageiro pelos produtores do Acre foram: a) a disponibilidade de tecnologia apropriada às necessidades dos produtores; b) o comprometimento de longo prazo dos pesquisadores e extensionistas na promoção, entre os produtores, dos benefícios econômicos e ambientais do uso de pastos consorciados de gramíneas e leguminosas; c) a situação socioeconômica crítica dos produtores que enfrentavam o problema da síndrome-da-morte-do-capim-marandu, associado a pressões ambientais crescentes a fim de restringir o desmatamento para a expansão das áreas de pastagens eram favoráveis a mudanças tecnológicas; d) o foco das ações de pesquisa e extensão e a capacidade das instituições locais de prover o suporte adequado às demandas dos produtores e formuladores de políticas; e) o acesso dos produtores ao mercado e os benefícios econômicos significativos da adoção das tecnologias; e f) a parceria estratégica entre a pesquisa, extensão, formuladores de políticas e os segmentos das cadeias produtivas de pecuária de corte e leite (VALENTIM; ANDRADRE, 2004, 2005a b).

Em 2000, a Embrapa Gado de Corte lançou o estilosantes 'Campo Grande' (Fig. 3), que é uma mistura física de sementes com 80 % (em peso) de linhagens de *Stylosanthes capitata* tolerantes à antracnose e 20 % de linhagens de *S. macrocephala* (GROF et al., 1997; GROF et al., 2001). Essa cultivar

Foto: Celso Donielas Fernandes



Fig. 3. Pastagem de *Brachiaria humidicola* consorciada com o estilosantes 'Campo Grande' em Campo Grande, MS, 2005.

representa uma história de sucesso de adoção de leguminosas no Brasil, pois atingiu área de cultivo de mais de 150 mil hectares e 500 toneladas de sementes comercializadas desde o seu lançamento (FERNANDES et al., 2005).

Os fatores-chave para o sucesso na adoção em larga escala do estilosantes ‘Campo Grande’ foram: a) colaboração efetiva entre instituições nacionais e internacionais de P&D; b) o estabelecimento de forte parceria entre a Embrapa, as empresas produtoras de sementes e os pecuaristas possibilitou o desenvolvimento e a validação de um conjunto de tecnologias que deram suporte ao sucesso na adoção da leguminosa nos sistemas de produção; c) boa adaptação aos solos de baixa fertilidade do Cerrado; d) alta produtividade de matéria seca (14 t/ha a 15 t/ha); e) elevada produção de sementes (250 kg/ha a 500 kg/ha); f) baixa taxa de semeadura (2 kg/ha) e baixo custo das sementes (US\$ 4/kg a US\$ 6/kg), tornando a tecnologia acessível a pequenos, médios e grandes produtores; g) resistência à antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*); h) elevada taxa de ressemeadura e de recrutamento de novas plantas, assegurando a persistência da leguminosa nas pastagens consorciadas com gramíneas; i) fixação de 180 kg/ha de nitrogênio em bancos de proteínas da leguminosa; j) a tecnologia desenvolvida era de simples adoção e possibilitou aumento de 18 % a 27 % no ganho de peso vivo dos animais em pastagens da leguminosa consorciada com *Brachiaria decumbens* comparada com pastagens puras da gramínea (FERNANDES et al., 2005).

As características das leguminosas que foram adotadas em larga escala nos trópicos variam muito, mas, com algumas exceções, elas têm alta produção de sementes ou facilidade de propagação vegetativa, facilidade de estabelecimento, vigor, longevidade e capacidade de persistir sob pastejo ou sistemas de corte. Além disso, essas leguminosas aumentaram a rentabilidade dos sistemas de produção e forneceram outros benefícios aos produtores, incluindo benefícios ambientais.

Segundo Shelton et al. (2005), todos os casos de sucesso na adoção em larga escala de leguminosas nos sistemas de produção envolveram: a) o desenvolvimento de tecnologias que atenderam às demandas dos produtores; b) o desenvolvimento de tecnologias adequadas às condições socioeconômicas e à capacidade de aprendizagem dos produtores; c) o estabelecimento de parcerias efetivas e o comprometimento de longo prazo dos setores-chave, públicos e privados; d) programas de pesquisa e extensão participativos e focados na realidade dos produtores; e e) o acesso dos produtores às políticas governamentais estava condicionado à adoção das tecnologias.

Nos trópicos, os produtores estão acostumados com pastagens cultivadas constituídas, predominantemente, por uma espécie de gramínea. Na América Latina, centro de origem de diversos gêneros de leguminosas forrageiras, os produtores, geralmente, não reconhecem os benefícios econômicos e

ambientais das leguminosas nos ecossistemas de pastagens nativas e cultivadas (MILES; LASCANO, 1997; VALENTIM; ANDRADE, 2004). Essa ainda é uma das maiores limitações à adoção em larga escala de leguminosas nos sistemas de produção pecuários nos trópicos.

Viabilidade de incorporação de leguminosas forrageiras em outros sistemas tropicais

Segundo Vilela et al. (2003), dos 60 milhões de hectares de pastagens do Cerrado, 80 % (48 milhões de hectares) estão com algum grau de degradação e 50 % (30 milhões de hectares) estão com acentuada degradação. Na mesma região, mais de 22 milhões de hectares são cultivados anualmente com lavouras anuais, dos quais, aproximadamente, a metade utiliza o que está sendo chamado de plantio convencional (com revolvimento do solo a cada ano). Do conjunto de lavouras, a maior área está ocupada com soja (cerca de 14 milhões de hectares), com pelo menos 6 milhões de hectares na forma de cultivo sucessivo. Tanto no caso de pastagens degradadas quanto no cultivo tradicional de grãos sob manejo convencional são previsíveis perdas ambientais e econômicas. Tais perdas podem ser eliminadas ou reduzidas com a substituição do plantio convencional (PC) pelo plantio direto (PD) associado à integração lavoura-pecuária. Essa integração significa o uso de uma mesma área para a lavoura e a pecuária (pastagens), fazendo-se a rotação de acordo com programação, caso a caso, mas que geralmente varia entre 3 e 4 anos (VILELA et al., 2003).

O sistema integração lavoura-pecuária (ILP) visa incentivar sistemas de produção que integrem agricultura e pecuária, aumentando a produção e tornando-a mais sustentável, ambiental e economicamente. No ILP, o produtor concilia a pecuária bovina e a produção de grãos na mesma área de terra. O sistema é semelhante ao de rotação de culturas. No verão, planta-se milho (*Zea mays* L.) ou soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. No inverno, bois e vacas alimentam-se de forrageiras e pastagens. A rotação de culturas é feita por técnicas de plantio direto que reduzem o risco dos sistemas tradicionais de produção nas propriedades.

Outros sistemas de produção animal onde é viável a incorporação de leguminosas forrageiras são os sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris,

que vêm sendo implantados de Norte a Sul do Brasil. Nos sistemas que estão sendo desenvolvidos para a região Semi-Árida do Nordeste, destaca-se o sistema Caatinga-Buffel-Leucena (CBL), desenvolvido pela Embrapa Semi-Árido, que consiste na utilização estratégica de área de Caatinga durante o período chuvoso associada à área de capim-búffel (*Cenchrus ciliaris* L., cultivar Biloela) e a outra de leucena, guandu ou *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (banco de proteína), para serem utilizadas durante o período seco (ARAÚJO et al., 2001).

Sistemas agrossilvipastoris com eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (Fig. 4) já estão sendo implantados em diversas regiões do Brasil visando à produção integrada de grãos, madeira, celulose, carne e leite (GARCIA; ANDRADE, 2001). Nesses sistemas, o sub-bosque (pasto) ainda é constituído predominantemente por gramíneas forrageiras, embora a necessidade de incorporação de leguminosas herbáceas (forrageiras) e arbóreas já tenha sido identificada como um dos tópicos prioritários para promover a sustentabilidade ambiental e econômica de tais sistemas (ANDRADE et al., 2001; BALIEIRO et al., 2004).

Foto: Carlos Maurício Soares de Andrade



Fig. 4. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e capim-tanzânia em Paracatu, Minas Gerais.

A incorporação do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária é uma estratégia inovadora que pode fazer com que essas mesmas áreas contribuam para suprir o déficit de madeira plantada para o mercado. Além disso, os sistemas agrossilvipastoris permitirão incorporar valor ambiental e social aos produtos no mercado interno e externo.

Segundo Delgado et al. (1999), nas próximas décadas, grande parte da produção de carne e de leite deverá ser proveniente de sistemas ILP desenvolvidos por pequenos produtores da Ásia e da África e, em menor escala, da América Latina.

Desafios futuros para a pesquisa

A baixa adoção de leguminosas forrageiras tropicais modificou drasticamente o cenário das pesquisas na área de melhoramento de forrageiras na última década. Sistemáticamente, observa-se que os programas mundiais de melhoramento de forrageiras tropicais, principalmente os que desenvolviam trabalhos com leguminosas, estão sendo reduzidos consideravelmente em virtude do baixo aporte de recursos e pessoal, como evidenciados na CSIRO, na Austrália, e no Ciat na Colômbia. Essa situação é mais grave nos países tropicais onde grande parte da biodiversidade ainda não foi devidamente identificada. Nesses países, uma população crescente e predominantemente pobre acelera o processo de conversão e degradação dos ecossistemas nativos, causando a extinção ou colocando sob ameaça de extinção recursos da biodiversidade ainda não identificados e caracterizados. Esse processo representa perdas econômicas, sociais e ambientais incalculáveis para as gerações presentes e futuras.

No Brasil, essa constatação impõe grande responsabilidade aos institutos de pesquisa e às universidades na condução de pesquisas nessa área. Ao mesmo tempo, numa visão bastante otimista, indica a ampliação de perspectivas comerciais, considerando que o Brasil é, atualmente, o maior exportador de sementes de forrageiras tropicais.

É essencial o fortalecimento das parcerias com o setor privado (empresas, produtores de sementes, pecuaristas para priorizar os gêneros e espécies e as linhas de P&D com maior potencial de impacto econômico e ambiental nos sistemas de produção pecuários. Para assegurar o sucesso na adoção das cultivares a serem desenvolvidas, é fundamental conhecer os sistemas de produção nos quais as leguminosas serão utilizadas. Também é importante priorizar inovações que sejam de simples incorporação e cujos impactos econômicos nos sistemas de produção sejam de fácil percepção pelos produtores.

A importância da área de melhoramento de forrageiras ainda precisa ser internalizada pelas universidades brasileiras. Segundo Valle (2002), essas são bastante profusas nos estudos de manejo, adubação, morfogênese e entomofitopatológicos das cultivares disponíveis no mercado. Entretanto, evidencia-se reduzido número delas envolvidas na pesquisa e na formação de pessoas para desenvolver trabalhos na área, ou seja, que visem à obtenção de novas cultivares forrageiras por meio de melhoramento genético.

O envolvimento de equipes multidisciplinares é essencial na obtenção de resultados positivos em um programa de melhoramento genético, em razão da complexidade dos objetivos e critérios de seleção nas várias espécies alvo. A formação de recursos humanos nessa área, a integração entre grupos de pesquisa e o andamento dos trabalhos de melhoramento genético de forrageiras, tanto de gramíneas quanto de leguminosas, são primordiais nesse segmento tão importante do agronegócio brasileiro.

A biotecnologia, o desenvolvimento de novos equipamentos e o estabelecimento de redes virtuais interinstitucionais e multidisciplinares de P&D deverão ter importância crescente no aumento da eficiência e da efetividade dos esforços de P&D para o desenvolvimento de novas cultivares de leguminosas forrageiras.

A crescente preocupação da sociedade sobre os impactos dos sistemas agropecuários nas mudanças climáticas, na degradação dos solos e na poluição da água aumentam a responsabilidade das instituições, nacionais e internacionais, e dos pesquisadores na busca de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que contribuam para conciliar desenvolvimento econômico, melhoria da qualidade de vida e conservação ambiental, particularmente nos trópicos, onde está situada a maioria dos países em desenvolvimento e grande parte da população mundial, que vive em condições de miséria ou pobreza. Tal enfoque é necessário, mesmo que se considere as previsões de Delgado (2005) e Kristjanson et al. (2007), que asseguram o futuro da pecuária nos trópicos assentado na crescente demanda de carne e leite como resultado do crescimento populacional e, principalmente, do aumento da renda da população dos países em desenvolvimento.

Nas próximas décadas, as pastagens, que ocupam cerca de 25 % da superfície terrestre, devem experimentar forte pressão de redução para dar lugar à expansão da agricultura, visando ao aumento da produção de alimentos, para atender à demanda crescente das populações dos países em desenvolvimento e à produção de etanol e outros biocombustíveis para substituição de parte da matriz energética mundial, dependente dos combustíveis fósseis. Para enfrentar esse cenário, deverá haver esforço conjunto e eficaz dos setores produtivos, da classe política, das instituições nacionais e internacionais e dos pesquisadores para estabelecer diretrizes, desenvolver tecnologias e formular políticas que permitam: a) identificar as áreas de pastagens com maior potencial para conversão em áreas agrícolas para produção de alimentos e biocombustíveis; b) identificar áreas de pastagens inaptas para uso em sistemas de produção pecuários com a finalidade de uso em sistemas de produção florestais ou recuperação ambiental; e c) aumentar significativamente a produtividade e a rentabilidade e assegurar a sustentabilidade dos sistemas de produção pecuários nas áreas de pastagens remanescentes.

Um dos grandes desafios futuros é assegurar o fornecimento de nitrogênio necessário para manter a produtividade e a estabilidade das vastas extensões de pastagens cultivadas nos trópicos. O uso de fontes de nitrogênio inorgânico é inviável economicamente para grande parte dos produtores dessas regiões, particularmente os pequenos produtores. Nesse contexto, as leguminosas forrageiras e de uso múltiplo certamente poderão contribuir para aumentar a produtividade e a rentabilidade, assegurar a estabilidade e reduzir os impactos ambientais dos sistemas de produção pecuários.

Referências

- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures. 3. Definition of sward targets and carrying capacity. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 352-357, 2006.
- ARAÚJO, G. G. L.; ALBUQUERQUE, S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no Semi-Árido do Nordeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agrofloretais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/ FAO, 2001. p. 111-137.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. Sistemas agrossilvipastoris: a importância das leguminosas arbóreas para as pastagens da região Centro-Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ/ Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 191-201.
- BARCELLOS, A. O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado de arte e perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Eduem, 1994. p. 1-56.
- CARVALHO, P. C. F.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; ANDRADE, C. M. S.; MORAES, A.; SILVA, S. C. Multispecies mixtures: management implications for subtropical and tropical pasture production. In: WACHENDORF, M.; HELGADÓTTIR, A.; PARENTE, G. (Ed.). **Sward dynamics, N-flows and forage utilization in legume-based systems**. Gorizia: Gráfica Goriziana, 2006. p. 103-112.
- CHAKRABORTY, S. **High-yielding anthracnose-resistant *Stylosanthes* for agricultural systems**. Canberra: Aciar Monograph, n. 111, 2004. 266 p.
- CLEMENTS, R. J. Rates of destruction of growing points of pasture legumes by grazing cattle. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings...** Paris: French Grassland Society, 1989. p. 1027-1028.
- CRUZ, P. A.; SINOQUET, H. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. **Field Crops Research**, v. 36, p. 21-30, 1994.
- DELGADO, C. Rising demand for meat and milk in developing countries: implications for grassland-based livestock production. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 29-39.

DELGADO, C.; ROSEGRANT, M.; STEINFELD, H.; EHUI, S.; CURTOIS, C. **Livestock to 2020: the next food revolution**. International Food Policy Research Institute, Washington, DC. 72 p. 1999. (Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28).

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 8 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 61).

EMBRAPA. **Recomendações para estabelecimento e utilização do *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1993. 6 p. (Embrapa-CPAC. Comunicado Técnico, 67).

FERNANDES, C. D.; CHAKRABORTY, S.; GROF, B.; PURCINO, H. M. A.; NASCIMENTO, M. S. B.; CHARCHAR, M. J.; VERZIGNASSI, J. R.; MARCELINO SOBRINHO, J. Regional evaluation of *Stylosanthes* germplasm in Brazil. In: CHAKRABORTY, S. (Ed.). **High-yielding anthracnose-resistant *Stylosanthes* for agricultural systems**. Canberra: Aciar Monograph, n. 111, 2004, p. 127-134.

FERNANDES, C. D.; GROF, B.; CHAKRABORTY, S.; VERZIGNASSI, J. R. Estilosantes Campo Grande in Brazil: a tropical forage legume success history. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Offered papers...** Wageningen: Wageningen Academic, 2005. p. 330.

FISHER, M. J.; RAO, I. M.; THOMAS, R. J.; LASCANO, C. E. Grasslands in the well-watered tropical lowlands. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 393-425.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Grassland and pasture/crop systems**. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/crops/4d.html>>. Acesso em: 3 mar. 2007.

GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; FAO, 2001. p. 173-187

GROF, B. Forage attributes of the perennial groundnut *Arachis pintoii* in a tropical savanna environment in Colombia. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 168-170.

GROF, B.; FERNANDES, C. D.; ALMEIDA, C. B.; SANTOS, A. V. Development of a multicross cultivar of *Stylosanthes* spp. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997. Winnipeg and Saskatoon. **Proceedings...** Winnipeg and Saskatoon: Canadian Forage Council, 1997. p. 31-32.

GROF, B.; FERNANDES, C. D.; FERNANDES, A. T. F. A novel technique to produce polygenic resistance to anthracnose in *Stylosanthes capitata*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 525.

HANSON, J.; MAASS, B. L. Conservation of tropical forage genetic resources. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg.

KERRIGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), 1994. 209 p.

KRISTJANSON, P.; KRISHNA, A.; RADENY, M.; NINDO, W. **Pathways out of poverty in Western Kenya and the role of livestock** Working Paper N. 14. Rome: Pro-Poor Livestock Policy Initiative, International Livestock Research Institute, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. Disponível em: <http://www.ilri.cgiar.org/data/newshilight/04Kristjanson_PathwaysOutOfPovertyInWesternKenya_Final_FAO.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2007.

LASCANO, C. E. Selective grazing on grass-legume mixtures in tropical pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, de A.; CARVALHO, P. C. de F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 249-263.

- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.
- MATSUDA SEMENTES. **Java**. Disponível em: <http://www.matsuda.com.br/Site/semementes/Detalhes.asp?id_semente=30&id_categoria=2&categoria=Leguminosas&sub=Java>. Acesso em: 8 mar. 2007.
- MILES, J.; LASCANO, C. E. Status of *Stylosanthes* in others countries. I. *Stylosanthes* development and utilization in South America. **Tropical Grasslands**, v. 31, p. 454-459, 1997.
- MOTT, G. O. Potential productivity of temperate and tropical grassland systems. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1983. p. 35-42.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. Leguminosas – espécies disponíveis, fixação de nitrogênio e problemas fisiológicos para manejo da consorciação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1986. p. 389-411.
- PENGELLY, B. C.; WHITBREAD, A.; MAZAIWANA, P. R.; MUKOMBE, N. Tropical forage research for the future – better use of research resources to deliver adoption and benefits to farmers. In: WHITBREAD, A. M.; PENGELLY, B. C. (Ed.). **Tropical legumes for sustainable farming systems in Southern Africa and Australia**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 2004. p. 28-37.
- PEREIRA, J. M. Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: onde estamos? para onde vamos? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, 2002. p. 109-147.
- PEREZ, N. B. **Amendoim-forrageiro**. Leguminosa perene de verão. Cultivar Alqueire-1 (BRA 037036). Fazenda Alqueire Genética & Agronomia de Pastagens. Porto Alegre: Impresul, 2004. 29 p. (Boletim Técnico, s/n).
- ROBERTS, C. R. Algumas causas comuns dos fracassos das pastagens tropicais de leguminosas e gramíneas em fazendas comerciais e as possíveis soluções. In: SANCHES, P. A.; TERGAS, L. E.; SERRÃO, E. A. S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: Ciat/Embrapa, 1982. p. 433-452.
- SCHULTZE-KRAFT, R.; WILLIAMS, R. J.; KEOGAN, J. M. Searching for new germplasm for the year 2000 and beyond. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993, p. 181-188.
- SHELTOM, H. M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 149-166.
- SILVA, G. P.; VALLS, J. F. M. Coleta e conservação de germoplasma de leguminosas forrageiras. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para coleta de germoplasma**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005, p. 493-513.
- SOUZA, F. B.; ANDRADE, R. P.; THOMAS, D. Estilosantes cv. Bandeirante uma leguminosa forrageira para região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, p. 319-20. 1983a.
- SOUZA, F. B.; ANDRADE, R. P.; THOMAS, D. Estilosantes cv. Pioneiro uma leguminosa forrageira para região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 321-22, 1983b.
- SPAIN, J. M. O uso de leguminosas herbáceas nas pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1988. p. 315-339.
- SPAIN, J. M.; VILELA, L. Perspectivas para pastagens consorciadas na América Latina nos anos 90 e futuros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p. 101-119.

- THOMAS, R. J. Roles of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. **Plant and Soil**, v. 174, p. 103-118, 1995.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p. 142-154.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production system in the Western Brazilian Amazon. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen Academic, 2005a. p. 329.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): successful adoption in sustainable cattle production systems in the Western Brazilian Amazon. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Dublin. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen Academic, 2005b. p. 328.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S.; FERREIRA, A. S.; BLAZON, T. A. Produção de matéria seca de folhas de genótipos de *Panicum* spp. no Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. Forragicultura, CD ROM.
- VALENTIM, J. F.; GOMES, F. C. **Produção e potencial para a agropecuária no Acre**: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2006. 69 p (Cadernos Temáticos da II Fase do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre).
- VALLE, C. B. Recursos genéticos de forrageiras para áreas tropicais. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 2002. **Anais...** Corumbá: UNC/Embrapa Pantanal, 2002. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues>> Acesso em: 30 mar. 2007.
- VENCOVSKY, R.; PEREIRA, M. B.; CRISÓSTOMO, J. R.; FERREIRA, M. A. J. F. Genética e melhoramento de populações mistas. In: NASS, L. L.; VALLOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-601.
- VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 143-181, 2003.
- WHITEMAN, P. C. **Tropical Pasture Science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392 p.
- ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, 1997. p. 349-379.

Capítulo 10

Forrageiras nativas

Sandra Aparecida dos Santos
Maria do P. Socorro C. Bona Nascimento
Carlos Nabinger
Teresa Cristina Moraes Genro
João Ambrósio de Araújo Filho
Valéria Pacheco Batista Euclides

A área total de pastagens no Brasil é da ordem de 180 milhões de hectares, dos quais cerca de 80 milhões são cobertos por pastos nativos (ZIMMER; BARBOSA, 2005). Nas últimas quatro décadas, foram notáveis os avanços da pecuária de corte no Brasil e, mais recentemente o desenvolvimento da atividade em resposta ao fortalecimento da consciência ambiental da sociedade. Esta deixou de ser instrumento de expansão da fronteira agrícola e transformou-se em atividade competitiva em áreas já exploradas. Essa preocupação com a conservação dos recursos naturais não-renováveis, associada à fragilidade desses ambientes, impõe demandas específicas para o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável. Além disso, elas contribuem para a continuidade da exploração pecuária em pastagens nativas que ficaram, todavia, confinadas ao Pantanal, a áreas de inserção na Amazônia (MACEDO, 2005), ao Semi-Árido, onde as condições edafoclimáticas resultam em extrema vulnerabilidade para as pastagens cultivadas (CÂNDIDO et al., 2005) e ao bioma Campos Sulinos ou Pampa (CARVALHO et al., 2006).

Ao lado das demandas ambientais, crescem as pressões para o incremento da produtividade e da qualidade dos alimentos, bem como o respeito ao ser humano (costumes, saber e bem-estar) e aos animais (bem-estar animal). É na consideração de todos esses aspectos que reside o principal desafio do uso sustentável de áreas ambientalmente frágeis e ricas em biodiversidade, das quais são exemplos o Pantanal, o Semi-Árido e o Pampa. Pela importância desses três biomas, eles serão abordados separadamente (Fig. 1).

Pantanal

Por caracterizar-se pela presença de extensas áreas de campos naturais (Fig. 2), o Pantanal tem, segundo Santos et al., (2006), ao longo dos últimos séculos, a

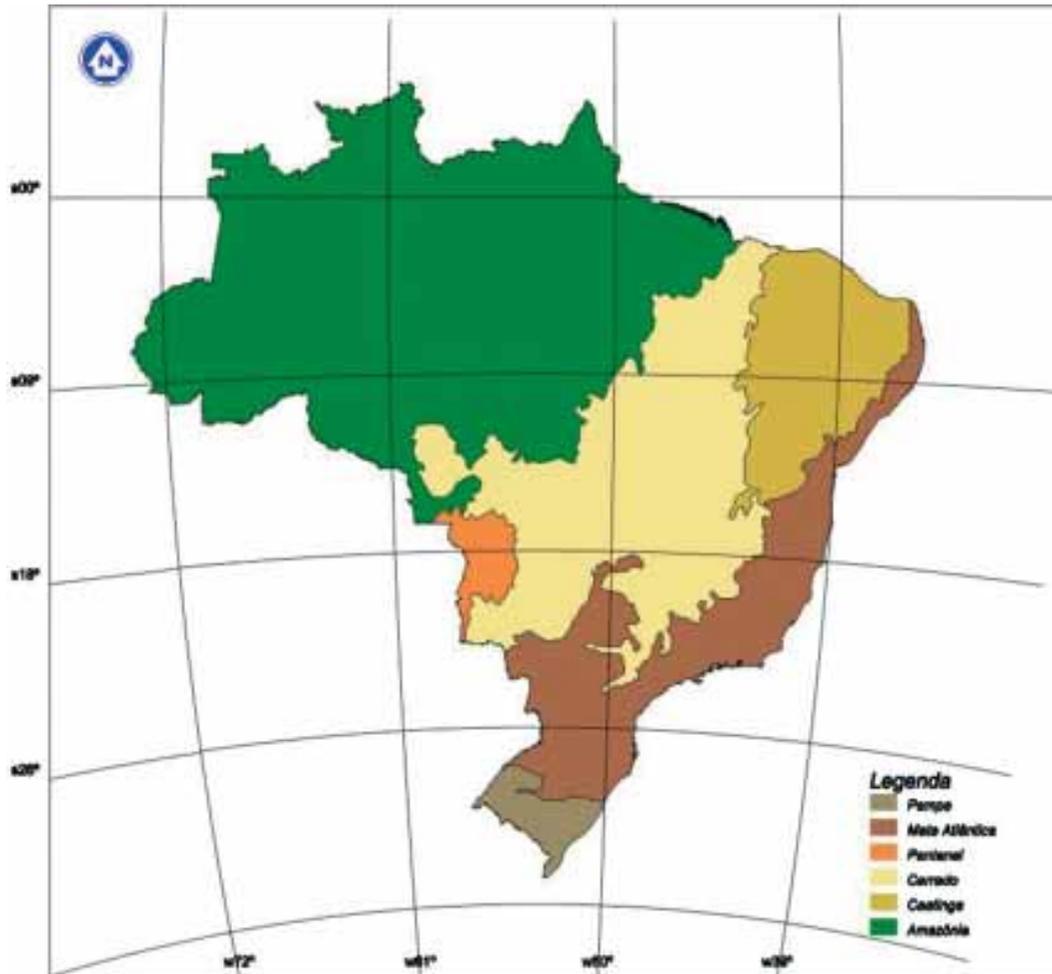


Fig. 1. Os biomas do Brasil.

Fonte: IBGE, Mapa de biomas do Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas/mapas_doc1.shtm>

criação extensiva de bovinos de corte como uma de suas principais atividades econômicas. Contudo, por estar localizado em área considerada marginal para a agricultura, particularmente pelas restrições ambientais, não se recomendam para o Pantanal tecnologias muito intensificadas. Assim, são necessários estudos sistêmicos para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de manejo, especialmente dos recursos forrageiros nativos, uma vez que as pastagens nativas são o mais importante recurso natural desse ecossistema. Como parte dessa estratégia, o conhecimento dos diversos gêneros e espécies de forrageiras e de seus potenciais foram fundamentais para a estruturação de sistemas de manejo de pastejo sustentáveis. Nesse contexto, ressaltam-se os trabalhos de Allem e Valls (1987) e de Pott e Pott (1999). Em complementação a esses estudos, merecem destaque os trabalhos

desenvolvidos com o objetivo de conhecer as inter-relações solo-planta-animal-condições climáticas, por Santos et al. (2002a,b), que possibilitaram estabelecer estratégias de pastejo e conhecer as principais fitofisionomias usadas para pastejo, bem como as forrageiras mais consumidas (chaves) e aspectos importantes como qualidade, quantidade e distribuição de pastejo. Nessa ótica, sobressaem os resultados oriundos de esforços conjuntos envolvendo diversas instituições de pesquisa, a exemplo do Centro de Pesquisa do Pantanal, de universidades e das Unidades Descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) como a Embrapa Gado de Corte, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Embrapa Pantanal. Como fruto do monitoramento e do manejo sustentável das pastagens nativas, destaca-se a grama-do-cerrado (*Mesosetum chauseae* Luces), espécie que, segundo Santos et al., (2005a), apresenta várias características de interesse, como a adaptabilidade a solos pobres e arenosos, a resistência à seca, a alta palatabilidade, a qualidade nutricional média, a capacidade de multiplicação (espécie estolonífera) e a capacidade de conservação dos solos. Outro aspecto importante para melhor utilização dessas forrageiras é a suplementação da dieta em razão do ambiente e das condições climáticas.

Foto: Sandra Santos



Fig. 2. O ecossistema Pantanal caracteriza-se pela presença de extensas áreas de campos naturais. Vista aérea parcial de campos sazonais de pastagens nativas. Março de 2005.

Segundo Pott (1997a) e Santos et al. (2002b), a suplementação nas condições do Pantanal depende do ano, do local, da região, e da análise custo/benefício. Levantamentos de deficiências minerais realizados em diversas sub-regiões do Pantanal (POTT, 1997b) indicaram carências generalizadas de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu) e zinco (Zn) e excesso de manganês (Mn) e ferro (Fe), indicando a necessidade de suplementação mineral do rebanho. Dos estudos de Pott (1997b), foram produzidas cinco formulações minerais específicas para as seguintes sub-regiões: Nhecolândia (parte central), Paiaguás (parte central, leste e região do baixo Rio Piquiri) e Aquidauana.

Dada à complexidade de ambientes (variação espacial), a dinâmica temporal (variação sazonal e anual) e a importância de se buscar a multifuncionalidade das propriedades são necessárias análises sistêmicas com a utilização de diferentes modelos e metodologias de análises espaciais, assim como a participação de equipes multidisciplinares. Nessa ótica, é importante que se desenvolvam ferramentas sistêmicas com a adoção de planos de manejo adequados e adaptativos, e melhor conhecimento de cada invernada da propriedade, ou seja, é preciso mapeá-las de acordo com as diferentes fitofisionomias (por meio de imagens de satélite ou fotografia aérea) e com as condições climáticas anuais (Fig. 3, 4 e 5). Com esse intuito, Rodela et al. (2007) desenvolveram, com o auxílio de imagens de satélite, ferramentas para o mapeamento das pastagens nativas com base na umidade estacional do substrato. No tocante ao diagnóstico produtivo, estão sendo desenvolvidas e validadas diversas ferramentas, tais como a determinação da composição e da qualidade da dieta consumida, por meio da análise fecal micro-histológica e espectroscopia de reflectância do infra-vermelho próximo (NIRS), respectivamente; e da produtividade das pastagens, por meio de índices de

Foto: Emiko Resende



Fig. 3. Vista aérea parcial de pastagem nativa da sub-região da Nhecolândia, no Pantanal, em ano de precipitação pluviométrica muito baixa.

vegetação estimados por imagens de satélite. Outra ferramenta auxiliar de grande importância para o manejo sustentável das pastagens é a definição dos indicadores de sustentabilidade que permitam a avaliação do estado de conservação das pastagens nativas, os quais vêm sendo desenvolvidos de acordo com Santos e Cardoso (2005). Para manejar a diversidade de recursos forrageiros do Pantanal é de grande importância definir e identificar espécies-chave existentes nas diferentes fitofisionomias (Tabela 1). No Pantanal, práticas adequadas de queima controlada das pastagens vêm sendo realizadas seguindo legislação vigente e recomendações técnicas (RODRIGUES et al., 2002). Onigemo et al. (2007) iniciaram estudos sobre o uso de índices climáticos e de vegetação para previsão e monitoramento de risco de incêndio em pastagens no Pantanal.

Foto: Sandra Santos



Fig. 4. Vista aérea parcial de pastagem nativa da sub-região da Nhecolândia, no Pantanal, em ano de precipitação pluviométrica normal.

Foto: Sandra Santos



Fig. 5. Vista aérea parcial de pastagem nativa da sub-região da Nhecolândia, no Pantanal, em ano de precipitação pluviométrica muito alta.

Tabela 1. Principais tipos de pastagens nativas do Pantanal, conforme a textura do solo e influência de inundação.

Tipos de pastagem (comunidade)	Influência de inundação ⁽¹⁾	Espécies forrageiras dominantes
Solos arenosos		
Campo limpo	sazonal	Capim-mimoso [<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase], capim-mimosinho [<i>Reimarochloa brasiliensis</i> (Spr.) Hitch.], etc.
Canjiqueiral	baixa	Capim-mimoso, grama-do-carandazal [<i>Panicum laxum</i> (Sw.) Zuloaga]
Caronal	ausente-baixa	Capim-carona [<i>Elyonurus muticus</i> (Sprengel) Kuntze], <i>Trachypogon</i> sp., grama-do-cerrado (<i>Mesosetum chaseae</i> Luces)
Capim-vermelho	baixa	Capim-vermelho (<i>Andropogon hypogynus</i> Hack.), rabo-de-carneiro (<i>Andropogon selloanus</i> Hack.)
Fura-bucho	baixa	Fura-bucho (<i>Paspalum lineare</i> Trim.)
Lixeiro	baixa	Canjiqueira (<i>Byrsonima orbignyana</i> A. Iuss.) <i>Sorghastrum setosum</i> Sorghastrum setosum (Griseb.) Hitchc., <i>Paspalum</i> spp.
Vazante	sazonal-alta	Capim-mimosinho, grama-do-carandazal, taquarinha (<i>Panicum hirtum</i> Lam.)
Várzea	alta	Mimoso-peludo (<i>Paratheria prostrata</i> Griseb.), <i>Panicum</i> spp.
Brejo/lagoa/ baixadas em geral	alta	Capim-de-capivara [<i>Hymenachene amplexicaulis</i> (Rudge) Nees], pastinho-d'água (<i>Luziola fragilis</i> Swallen, ciperáceas
Beira salina	alta	Grama-de-salina (<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.), mimoso-de-talo (<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.)
Capões	ausente-baixa	Capim-mimoso, grama-do-cerrado
Campo-cerrado	ausente-baixa	Grama-do-cerrado, rabo-de-carneiro
Cerradão distrófico	ausente	Capim-carona, <i>Trachypogon</i> sp.
Campo sujo	ausente-baixa	Capim-carona (<i>Elyonurus candidus</i> Hack.), <i>Mesosetum chaseae</i> , <i>Digitaria</i> sp.
Cerradão mesotrófico	ausente	Capim-de-capoeira [<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.], taquarinha
Floresta	ausente	Capim-de-capoeira, taquarinha

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Tipos de pastagem (comunidade)	Influência de inundação ⁽¹⁾	Espécies forrageiras dominantes
Solos argilosos		
Cambarazal	alta	Capim-duro [<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beau.], capim-bananal
Campos-do-jofre	alta	<i>Paspalum</i> spp., mimoso-de-talo
Paratudal	baixa-alta	Capim-vermelho, grameiro (<i>Leersia hexandra</i> Sw.)
Carandazal	ausente-alta	Capim-arroz, grameiro
Vazante	alta	Capim-arroz, capim-de-capivara, pastinho-d'água
Brejo/lagoa	alta	Capim-camalote, capim-de-capivara, <i>Echinocloa</i>
Várzea	alta	<i>Paspalum</i> spp.
Floresta galeria	Sazonal-alta	Braquiária-do-brejo (<i>Brachiaria radicans</i> Napper)
Floresta seca	ausente	<i>Leptochloa</i>

⁽¹⁾ Influência de inundação sazonal ou intermediária: ocorrência de inundação durante determinadas épocas do ano nas áreas intermediárias entre baixadas e áreas mais altas; alta: ocorrência de inundação.

Fonte: Adaptado de Pott (1994).

Semi-Árido

No Nordeste brasileiro, os desafios para o desenvolvimento agrícola parecem mais agudos por causa das restrições ecológicas, econômicas e culturais, e carecem de abordagem diferenciada. Entretanto, nos últimos 40 anos, particularmente a partir dos anos de 1980, foram alcançados importantes avanços do conhecimento, os quais, associados ao desenvolvimento e à adoção de tecnologias, têm melhorado os sistemas de uso e de manejo das pastagens nativas.

No tocante aos avanços do conhecimento, sobressaem os resultados de trabalhos desenvolvidos por diversas instituições de ensino e de pesquisa da região. Merecem destaque aqueles voltados para a avaliação do potencial forrageiro e da caracterização botânica das várias espécies (SANFORD, 1961; LIMA, 1996; NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001; COSTA et al., 2002), para a avaliação da dieta (Tabela 2 e Fig. 6) dos animais sob pastejo (PFISTER, 1983; MESQUITA, 1985; PIMENTEL, 1990; PETER, 1992), para a avaliação do efeito de diferentes taxas de lotação (RAMOS et al., 1981; GUIMARÃES FILHO; SOARES, 1988; ALBUQUERQUE, 1999). Como resultado desses estudos, a conclusão é que o manejo de pastejo deve ser conduzido com diferentes

Tabela 2. Composição percentual da dieta de bovinos, ovinos e caprinos, no Semi-Árido brasileiro, em dois períodos do ano.

Categoria	Bovinos		Ovinos		Caprinos		Fonte
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	
Gramíneas	19,6	3,4	18,1	0,7	5,3	0,3	Peter (1992)
Ervas dicotiledôneas	9,9	19,3	6,6	10,1	3,1	10,5	
Lenhosas	67,9	72,2	70,7	84,8	88,4	85,1	
Desconhecidas	2,4	4,1	4,5	4,4	3,2	4,0	
Gramíneas					35,3	27,3	Mesquita (1985)
Ervas dicotiledôneas					19,4	24,7	
Lenhosas					38,1	39,7	
Desconhecidas					7,2	8,4	
Gramíneas			23,7	10,2	13,6	1,7	Pfister (1983)
Ervas dicotiledôneas			49,1	38,3	53,6	40,2	
Lenhosas			26,4	46,0	31,6	51,2	
Desconhecidas			1,2	5,5	1,4	6,1	

espécies de ruminantes, principalmente, bovinos, ovinos e caprinos (Fig. 7). Esse tipo de manejo é eficiente pelo fato de usar a preferência diferenciada dos animais, combinando-a com a diversidade das espécies disponíveis para o pastejo.

Foto: Maria do P. Socorro C. Bona Nascimento

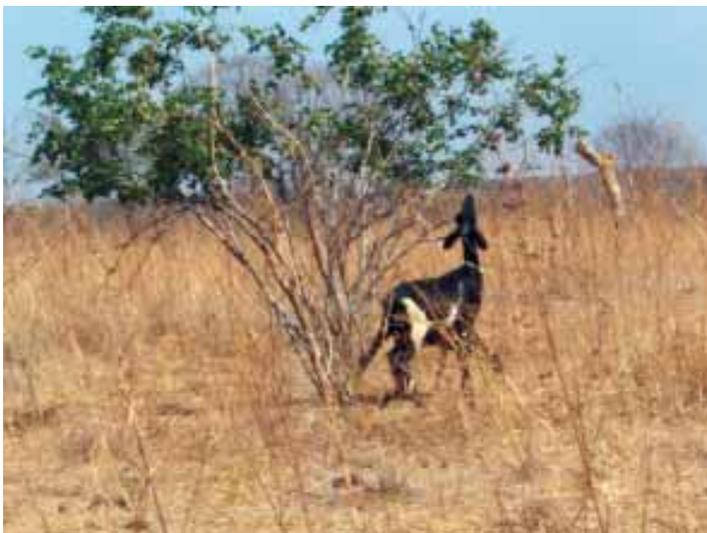


Fig. 6. Animais adaptados aproveitam a forragem nativa da Caatinga.

Foto: Maria do P. Socorro C. Bona Nascimento



Fig. 7. Pastejo conjunto de bovinos e ovinos em área de campo nativo, no Semi-Árido, no início do período seco.

O esforço conjugado dos diversos atores envolvidos com a pesquisa agropecuária foi capaz de viabilizar a incorporação de importantes tecnologias ao sistema de produção pecuário nordestino. Entre essas, destacam-se o manejo do pasto nativo, complementado por suplementação alimentar, conforme sumarizado por Cavalcante e Cândido (2003); a implementação do manejo sustentável baseado no raleamento, no rebaixamento (Fig. 8) e no enriquecimento da Caatinga (ARAÚJO FILHO, 1980); e o uso da fenação do pasto nativo como estratégia de conservação de forragem para períodos de

escassez (VIEIRA et al., 1998; GONZAGA NETO et al., 2001; NASCIMENTO et al., 2006). Essas alternativas contribuiriam, ainda, para a maior valorização do pasto nativo, que passou a ser visto como um recurso finito, que merece uso adequado. Alguns sistemas de produção pecuários sustentáveis, que foram desenvolvidos e estão em franca divulgação e uso pelos produtores no Nordeste, são dignos de destaque: a) o sistema CBL (Caatinga, *buffele* leguminosa) que, além de assegurar a sustentabilidade do pasto, melhora o desempenho dos animais (GUIMARÃES FILHO et al., 1995); b) o sistema silvipastoril, baseado no raleamento e no rebaixamento da Caatinga (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997); e c) O SAF-Sobral, sistema de produção agrossilvipastoril desenvolvido pela Embrapa Caprinos, cujo componente pastoril baseia-se no manejo sustentável do pasto nativo (ARAÚJO FILHO et al., 2006).

Foto: J. A. Araújo Filho



Fig. 8. Pastejo de ovinos, na época das chuvas, em área de Caatinga melhorada pelo raleamento.

Pampa

As pastagens naturais (Fig. 9) são a base da exploração pecuária na Região Sul do País, com tendências de fortalecimento não só por razões econômicas, mas também ambientais. Nos últimos anos, o avanço da pesquisa tem possibilitado melhor utilização desse importante recurso natural, cujo potencial produtivo não se conhecia em passado recente. Além do seu papel no manejo dos rebanhos, esse recurso representa fonte de germoplasma forrageiro sem par, em todo o mundo, e que é ainda muito pouco estudado quanto às suas diferentes aptidões para formar pastagens cultivadas ou mesmo para outros usos (paisagismo, lazer, recreação, etc.). Associado a isso,

o crescimento da produção de grãos na região, com práticas convencionais de plantio, resultou em degradação ambiental. Essa prática foi, ao longo do tempo, com o uso de tecnologias, sendo substituída por práticas conservacionistas, o que possibilitou a reintrodução da pecuária durante o inverno em sistemas de integração lavoura-pecuária, contribuindo para a melhoria do desempenho dos sistemas de produção, bem como das condições ambientais.

Dos conhecimentos gerados para o bioma Pampa, relativos às pastagens nativas, merecem destaque aqueles relacionados com, pelo menos, quatro grupos de tecnologias, quais sejam: a) manejo da pastagem nativa, com ênfase na intensidade de pastejo; b) sobressemeadura de espécies hibernais; c) diferimento de piquetes; e d) fertilização da pastagem natural. Além disso, muitas ações de pesquisa têm sido focadas na avaliação do potencial forrageiro de espécies nativas consideradas promissoras para uso como espécies cultivadas. Mais recentemente, tem-se buscado a valorização regional de produtos animais originados no bioma, com o estabelecimento de certificações de indicação geográfica.

Com relação ao manejo, os resultados de diversos trabalhos são consistentes em assegurar melhorias da produção por meio da intensidade de pastejo (MARASCHIN et al., 1997; NABINGER, 1998; GOMES, 2000; MARASCHIN, 2001; SOARES, 2002; PINTO, 2003; AGUINAGA, 2004); pela introdução de leguminosa (SCHOLL et al., 1976); pela fertilização (BARCELLOS et al., 1980; BOGGIANO et al., 2001); e pelo diferimento (MOOJEN, 1991; GOMES et al., 2001; JAQUES; NABINGER, 2003; GUMA et al., 2004; NABINGER, 2006a).

A Fig. 10 ilustra as possibilidades de incremento na produção animal, por meio da implementação das práticas supramencionadas, sendo evidenciadas,

Foto: Carlos Nabinger



Fig. 9. As pastagens naturais são a base da exploração pecuária no Bioma Pampa.

por Nabinger et al. (2006b), suas conseqüências no desempenho econômico da atividade pecuária. Além dos efeitos diretos sobre a produção animal, ressalta-se os seguintes benefícios dessas práticas: aumento do teor de matéria orgânica, da taxa de infiltração de água, da disponibilidade de nutrientes e da diversidade florística (CARVALHO et al., 2003) e redução do solo descoberto (BERTOL et al., 1998; GUTERRES et al., 2006).

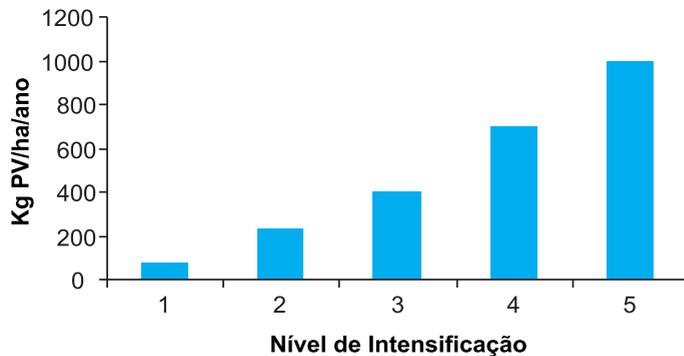


Fig. 10. Resposta da produção animal em sistemas de recria e terminação em campo natural submetido a níveis crescentes de intensificação: 1 = manejo corrente; 2 = controle da oferta (ajuste da carga animal disponibilidade de forragem); 3 = idem anterior + fertilização com cálcio, fósforo e potássio; 4 = idem anterior + nitrogênio; 5 = idem anterior + introdução de espécies de inverno.

Fonte: Nabinger (2006a).

Os estudos voltados para a determinação do potencial forrageiro das espécies nativas resultaram na identificação de diversos ecótipos com potencial para comporem programas de melhoramento genético, podendo ser citadas leguminosas dos gêneros *Desmodium*, *Macroptilium*, *Adesmia* e *Trifolium*, bem como gramíneas dos gêneros *Paspalum*, *Bromus*, *Briza* e *Stipa*.

No tocante à valorização do aspecto regional, menciona-se o exemplo da indicação geográfica da carne do Pampa da campanha meridional, recentemente concedida pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi). Essa ação foi resultado da cooperação entre os produtores, a Embrapa Pecuária Sul, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Rio Grande do Sul (Sebrae-RS) e a Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul (Farsul).

Desafios futuros para a pesquisa com espécies nativas

Faz-se necessária maior ênfase nos sistemas sustentáveis explorando o uso múltiplo das espécies (forragem, madeira, melhoramento do solo, seqüestro

de carbono, apícola, sombra, medicinal, artesanato, frutífera, etc.), assim como a participação das espécies nativas em sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris. A continuação dos estudos sobre o uso de espécies nativas como fornecedoras de forragem durante o período seco, seja folhagem ou frutos, e de seus constituintes antiqualidade, sobretudo das espécies arbóreas, ainda merece destaque. Ressalta-se, ainda, a importância do melhoramento genético dessas espécies, considerando a grande diversidade intra-específica das forrageiras nativas.

Outro aspecto fundamental é a utilização da sinergia científica, por meio do incentivo à maior participação de pesquisadores nos cursos de pós-graduação, com a realização de teses em projetos conjuntos, instituições de pesquisa-universidade e a maior participação do setor produtivo. Esses são desafios importantes pois são promotores de avanços.

A implementação e a disponibilização de bancos de dados de forrageiras nativas, permitindo o fácil acesso ao conhecimento existente, são de grande utilidade tanto para pesquisadores e técnicos quanto para produtores. Finalmente, importantes avanços serão alcançados com o desenvolvimento de sistemas orgânicos que tenham como base da alimentação animal as forrageiras nativas.

Referências

- AGUINAGA, J. A. Q. **Variação estacional da oferta de forragem para otimizar a produção da pastagem e o rendimento animal em campo nativo**. Porto Alegre, 2004. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ALBUQUERQUE, S. G. Caatinga vegetation dynamics under various intensities by steers in the semi-arid Northeast Brazil. **Journal of Range Management**, Denver, v. 52, p. 241-248, 1999.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1987. 339 p. (Embrapa-Cenargen, Documentos, 8).
- ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris**. Sobral: Embrapa-CNPC, 1980. 18 p. (Embrapa – CNPC. Circular Técnica, 11).
- ARAÚJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. **Desenvolvimento sustentado da Caatinga**. Sobral: Embrapa-CNPC, 1997. 19 p. (Embrapa-CNPC. Circular Técnica, 13).
- ARAÚJO FILHO, J. A.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SILVA, N. L. da; SOUSA, F. B. de; FRANÇA, F. M. Sistema agrossilvipastoril Embrapa Caprinos. In: LIMA, G. F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Ed.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte** orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater-RN/Emparn/Embrapa Caprinos, 2006. p. 193-210.
- BARCELLOS, J. M.; SEVERO, H. C.; ACEVEDO A. S. Influência da adubação e sistema de pastejo na produção da pastagem natural. In: **Pastagens, adubação e fertilidade do solo** Bagé: Embrapa-Uepae/Bagé, Miscelânea, 2. 1980. 123 p.

- BERTOL, I.; GOMES K. E.; DENARDIN, R. B. N.; MACHADO L. A. Z.; MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 779-786, 1998.
- BOGGIANO, P. R.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Herbage allowance and nitrogen fertilization effects on morphological characteristics of *Paspalum notatum* Flüge. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 60-61.
- CÂNDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema Semi-Árido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005. p. 85-104.
- CARVALHO, P. C. de F.; FISCHER, V.; SANTOS, D. T. dos; RIBEIRO, A. M. L.; QUADROS, F. L. F. de; CASTILHOS, Z. M. S; POLI, C. E. C.; MONTEIRO, A. L. G.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; JACQUES, A. V. A. Produção animal no bioma Campos Sulinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2006. p. 156-202.
- CARVALHO, P. C. F.; SOARES, A. B.; GARCIA, E. N. Herbage allowance and species diversity in native pastures. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 7., Durban, South Africa, 2003. **Proceedings...** Durban: Document Transformations Technology Congress, 2003. p. 858-859.
- CAVALCANTE, A. C. R.; CÂNDIDO, M. J. D. **Alternativas para aumentar a disponibilidade de alimentos nos sistemas de produção a pasto na Região Nordeste**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2003. 31 p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 47).
- COSTA, J. A. S.; NUNES, T. S.; FERREIRA, A. P. L.; STRADMANN, M. T. S.; QUEIROZ, L. P. **Leguminosas Forrageiras da Caatinga**: espécies importantes para as comunidades rurais do Sertão da Bahia. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, Sasop, 2002. 112 p.
- GOMES, K. E.; MARASCHIN, G. E.; RIBOLDI, J. Dynamics of native pasture influenced by deferment of grazing and fertilization. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 333-334.
- GOMES, L. H. **Produtividade de um campo nativo melhorado, submetido à adubação nitrogenada**. Porto Alegre, 2000. 93 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; MARTINEZ, R. L. V.; BARBOSA, J. E. A. S.; SILVA, E. O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa*) fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, p. 553-562, 2001.
- GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G. Desempenho reprodutivo de caprinos na Caatinga sob diferentes taxas de lotação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p. 309-314, 1988.
- GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; RICHE, G. R. **Sistema Caatinga-buffel-leucena para produção de bovinos no Semi-Árido**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1995. 39 p. (Embrapa-CPATSA. Circular Técnica, 34).
- GUMA, J. M. C. R.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. Parâmetros da pastagem e produção animal em campo nativo adubado, submetido a diferimento para utilização no outono-inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2004. CD-ROM.
- GUTERRES, D. B.; BAYER, C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; NABINGER, C. Carbono orgânico em Chernossolo sob pastagem nativa no RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 16., São Cristóvão, **Anais...** São Cristóvão: UFSE/SBSC, 2006, CD-ROM.

JACQUES, A. V. A.; NABINGER, C. Estudo da vegetação campestre e de alternativas sustentáveis para a prática das queimadas de pastagens naturais na região dos Campos de Cima da Serra, RS. In: **As Pastagens Nativas Gaúchas**. Porto Alegre: Federacite. 2003. p. 55-83.

LIMA, J. L. S. de. **Plantas forrageiras das Caatingas** usos e potencialidades. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1996. 44 p.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005. p. 56-84.

MARASCHIN, G. E. Production potential of South America grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 5-18.

MARASCHIN, G. E.; MOOJEN, E. L.; ESCOSTEGUY, C. M. D.; CORREA, F. L.; APEZTEGUIA, E. S.; BOLDRINI, I. J.; RIBOLDI, J. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon, Canadá: International Grassland Congress, 1997. v. 2, p. 288-289.

MESQUITA, R. C. M. **Seasonal feeding behaviour and forage selection by goats in cleared and thinned deciduous woodlands in Northeast Brazil** Logan, 1985. 124 p. Tese (Mestrado) - Utah State University.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação**. Porto Alegre. 1991. 172 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL: IMPORTÂNCIA E POTENCIAL PRODUTIVO DA PASTAGEM NATIVA, 1., 2006, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. Ulbra, 2006a. p. 25-76.

NABINGER, C. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ulbra, 1998. p. 54-107.

NABINGER, C.; SANTOS, D. T. dos; SANT'ANNA, D. M. Produção de bovinos de corte com base na pastagem natural do RS: da tradição à sustentabilidade econômica. In: **Pecuária competitiva**. Porto Alegre: Ideograf, 2006b. p. 37-77.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B. do; NASCIMENTO, H. T. S. do; OLIVEIRA, M. E. de; RIBEIRO, V. Q. Análise do crescimento e do valor forrageiro do mata-pasto para a produção de feno. **Revista Caatinga**, v. 19, p. 215-220, 2006.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B.; RENVOIZE, S. A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na região Meio-Norte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Kew: Royal Botanic Gardes, Kew; 2001. 196 p.

ONIGEMO, A. E.; SANTOS, S. A.; PELLEGRIN, L. A.; ABREU, U. G. P.; BARBOSA, E. T. J.; SORIANO, B. M. A.; CRISPIM, S. M. A. Application of vegetation index to assess fire risk in open grasslands with predominance of cespitous grasses in the Nhecolândia sub-region of the Pantanal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis, 2007. No prelo.

PETER, A. M. B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na Caatinga nativa do Semi-Árido de Pernambuco**. Recife, 1992. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

PFISTER, J. A. **Nutrition and feeding behaviour of goats and sheep grazing deciduous shrub-woodland in Northeastern Brazil**. Logan, 1983. 130 p. Tese (PhD) - Utah State University.

PIMENTEL, J. C. M. **Composição botânica e química da dieta, consumo e desempenho produtivo de ovinos Morada Nova em Caatinga raleada sob diferentes taxas de lotação** Viçosa, 1990. 140 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

PINTO, C. E. **Produção primária e secundária e comportamento ingestivo de novilhos submetidos a distintas ofertas de fitomassa total de uma pastagem natural da depressão central do Rio Grande do Sul** Porto Alegre, 2003. 52 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

POTT, A. Ecosistema Pantanal. In: **Utilization y manejos de pastizales**. Ed. por Juan P. Puignou. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1994. p.31-34

POTT, A. Pastagens nativas. In: **Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa-CPAP, 1997a. 161 p.

POTT, E. B. Nutrição mineral de bovinos. In: **Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa-CPAP, 1997b. p. 49-75.

POTT, A.; POTT, V. J. Flora do Pantanal - listagem atual de fanerógamas. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. p. 297-325.

RAMOS, G. M.; NASCIMENTO, H. T. S. do; NASCIMENTO, M. P. S. C. B do; CARVALHO, J. H. de; LEAL, J. A. **Efeito da taxa de lotação de pastagens nativas, com e sem adubação fosfatada e calagem sobre o ganho de peso de bovinos** Teresina: Embrapa-Uepae de Teresina, 1981. 23 p. (Embrapa-Uepae de Teresina. Boletim de Pesquisa, 1).

RODELA, L. G.; QUEIROZ NETO, J. P.; SANTOS, S. A. Classificação das pastagens nativas do Pantanal da sub-região da Nhecolândia por meio de imagens de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007. **Anais...** Florianópolis, 2007. No prelo.

RODRIGUES, C. A. G.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Queima controlada no Pantanal**. Embrapa Pantanal, 2002. 24 p. (Documentos, 35). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes>>. Acesso em: 14 mar. 2007.

SANFORD, P. de A. **FORAGEIRAS arbóreas do Ceará**. Rio de Janeiro: SIA, 1961. 24 p.

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; SOUZA, G. S. E.; POTT, A.; ALVAREZ, J. M.; RODRIGUES, S. Identificação da composição botânica da dieta de bovinos criados em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1648-1662, 2002a.

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; SOUZA, G. S. E.; ARRIGONI, M.; MORAES, A. Qualidade da dieta selecionada por bovinos na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1663-1673, 2002b.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. A. Pastagens no ecossistema pantanal: manejo, conservação e monitoramento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005a. p. 23-35.

SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L. Indicadores de sustentabilidade de sistemas de produção do Pantanal In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Zootec, 2005. CD-ROM.

SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; PELLEGRIM, A. O. Produção pecuária sustentável no Pantanal. In: BRANCO, A. F. (Ed.). **Sustentabilidade em sistemas pecuários**. Maringá: Massoni, 2006. p. 179-199.

SCHOLL, J. M.; LOBATO, J. F. P.; BARRETO, I. L. Improvement of pasture by direct seeding into native grassland in southern Brazil with oat, and with nitrogen supplied by fertilizer or arrowleaf clover. **Turrialba**, v. 26, p. 144-149, 1976.

SOARES, A. B. **Efeito da alteração da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação** Porto Alegre, 2002. 186 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VIEIRA, E. de L.; SILVA, A. M. de A.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. de; PEREIRA FILHO, J. M.; SOUZA, I. S. Valor nutritivo do feno de espécies lenhosas da Caatinga. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. CD-ROM, FOR 043.

ZIMMER, A. H.; BARBOSA, R. A. Impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: BAIÃO, A. A. F.; BAIÃO, E. A. M.; PINHEIRO, M. da S. M. (Ed.). **Ciclo de palestras de Zootecnia: Produção animal**, 2005. Pontes e Lacerda: UNEMAT, 2005. v. 1. p. 43-86.

Parte 12

Máquinas e equipamentos

Foto: Arquivo John Deere



Capítulo 1

Máquinas e implementos agrícolas

Evandro Chartuni Mantovani
Paulo Renato Herrmann
José Luis Duarte Coelho

A população brasileira triplicou nos últimos 40 anos, mantendo-se estável na área rural e crescendo oito vezes na área urbana, enquanto a área cultivada também multiplicou por três. Em consequência, aumentou o potencial de mecanização na agricultura para compensar a migração da força de trabalho da zona rural para as áreas urbanas. Em um período de 50 anos (1959 a 2000) a área irrigada no Brasil expandiu de 60 mil hectares para 3 milhões de hectares, dos quais 1 milhão de hectares (33 %) é região de várzea no Sul do País, que utiliza o sistema de produção de arroz inundado.

Os investimentos em pesquisa e treinamento para o desenvolvimento da agricultura foram distribuídos, principalmente, na cadeia do sistema educacional brasileiro, nos institutos de pesquisa do País e nos centros de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Durante a década de 1980 houve maciço investimento, por meio do Ministério da Educação, em programa de cooperação com algumas universidades norte-americanas participantes do conceito de *Land Grant College*, sendo essa ação específica reconhecida, atualmente, como a única na área de agricultura em treinamentos formais no exterior. Dessa forma, o conhecimento científico e tecnológico adquirido pelos pesquisadores brasileiros no exterior permitiu o desenvolvimento do processo de inovação na agricultura e sua aplicação nos trópicos. Essa estratégia induziu um novo ciclo para a agricultura tropical, otimizando o uso das terras agricultáveis brasileiras.

Além de grãos, como a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e o café (*Coffea* spp.), o Brasil é hoje líder na produção de algodão (*Gossypium* spp.) e cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), que demandaram nível de mecanização eficiente pela expansão e pelas dimensões da área cultivada.

No que se refere à cultura da soja, o Brasil é o país onde essa oleaginosa é cultivada com maior eficácia, obtendo-se os maiores índices de produtividade ($\geq 3,4$ t/ha no âmbito de propriedade rural), aliados aos menores custos de produção. No caso do milho, ainda existe defasagem significativa entre o potencial genético das cultivares e as médias de produtividade obtidas na esfera nacional embora, em algumas *ilhas de excelência*, possam ser encontrados agricultores que obtêm médias de até 12,5 t/ha, em condição de sequeiro.

No tocante ao café, o Brasil ainda é líder em produção com, aproximadamente, 35 % das quase 115 milhões de sacas beneficiadas anualmente no mundo, embora esse produto ainda deixe muito a desejar em termos de qualidade. Isso se deve em razão, especialmente, da colheita realizada com baixo nível de qualificação da mão-de-obra, principalmente nas regiões produtoras que, por causa do relevo acidentado, nem sequer permite a mecanização dessa operação.

No caso da cana-de-açúcar, é evidente a deficiência de conhecimentos sobre o desempenho de máquinas de colheita, bem como sobre toda a logística do sistema de adoção de mecanização e, também, as questões de composição, maquinário, econômicas e sociais são apontadas por vários autores (MOLINA JUNIOR, 1995; RIPOLI et al., 1996, 2000, 2005).

Independentemente disso, em razão do aquecido mercado mundial por combustíveis renováveis, essa cultura deverá ser a de maior expansão na agricultura brasileira nos próximos 5 anos, partindo do atual patamar, de 6,1 milhões de hectares, para cerca de 9 milhões de hectares até a safra de 2012/2013. Essa expansão tem no álcool o seu principal motivador e como características principais a busca por terras já utilizadas pela agricultura, principalmente terras de pastagens, em região de logística facilitada, próxima dos centros consumidores e com infra-estrutura de escoamento da produção. Como premissa básica, essas áreas deverão ter topografia adequada ao plantio e à colheita mecanizada e condições edafoclimáticas propícias à cultura da cana-de-açúcar.

O cenário do desenvolvimento industrial aplicado à agricultura

Nessas quatro últimas décadas houve, também, a premência na adequação da mecanização agrícola para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, principalmente para as áreas sob vegetação de Cerrado, estabelecendo, assim,

conexão com a indústria brasileira de máquinas sob a liderança da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) e da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq).

Com o objetivo de atender às demandas dos agricultores, essas empresas iniciaram o processo com amplos investimentos nos seus parques industriais e no desenvolvimento de novas máquinas para as diferentes regiões e condições específicas das várias culturas. Nos últimos 15 anos, a maioria das empresas internacionais investiu no País, tanto na compra ou modernização de fábricas locais como na construção de novas instalações e introdução de novas tecnologias para a produção de modernos equipamentos, adequados às mais diferentes regiões produtoras. Tudo isso em decorrência da credibilidade que a nova agricultura tropical obteve, desenvolvida pelos pesquisadores brasileiros durante os últimos 30 anos, a ponto de liderar o mercado mundial de vários produtos agropecuários.

Um exemplo do desenvolvimento da mecanização no Brasil foi a utilização do sistema plantio direto (SPD) na Região Sul do País. O SPD foi desenvolvido para solucionar os problemas causados pela erosão verificada no sistema convencional de cultivo, que resultava em perdas anuais de 30 a 40 toneladas de solo. Já na Região Centro-Oeste, o SPD foi adotado, primeiramente, para atender ao calendário de plantio das culturas. De acordo com Albuquerque et al. (1995), o plantio direto pode ser uma alternativa para o sistema convencional de preparo de solo e pode contribuir para a sustentabilidade de sistemas agrícolas intensivos, por manter o solo coberto por restos culturais ou por plantas vivas o ano inteiro, minimizando os efeitos da erosão e, ainda, manter o conteúdo de matéria orgânica. Entretanto, no SPD, os solos, em geral, apresentam camada superficial com maiores valores de densidade e microporosidade, e menores valores de macroporosidade e porosidade total após 3 a 4 anos de cultivo, quando comparados com solos submetidos a preparo convencional. Tal fato é decorrente, sobretudo, do arranjo natural do solo, quando não é mobilizado, e da pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, em particular quando realizado em solos argilosos e com teores elevados de umidade (VIEIRA; MUZILLI, 1984; CORRÊA, 1985; CASTRO, 1989).

A experiência do programa de máquinas e implementos para o plantio direto na Região Sul foi um sucesso no controle da erosão que, reduzindo as perdas de solos para os níveis recomendados (até 8 t/ano a 10 t/ano), deu o suporte necessário para o programa de mecanização praticado em todo o País.

No início dos anos de 1990, 6 milhões de produtores rurais cultivavam cerca de 380 milhões de hectares, com uma frota de, aproximadamente, 750 mil tratores, ocupando apenas 60 milhões de hectares, numa relação de 80 ha/trator (ALVES et al., 1999). De 1970 a 1975, o nível de mecanização no, Brasil,

evoluiu, em termos de hectares/tratores, em 57 %, enquanto de 1975 a 1980 essa evolução foi ao redor de 35 %, como pode ser visto na Fig. 1.

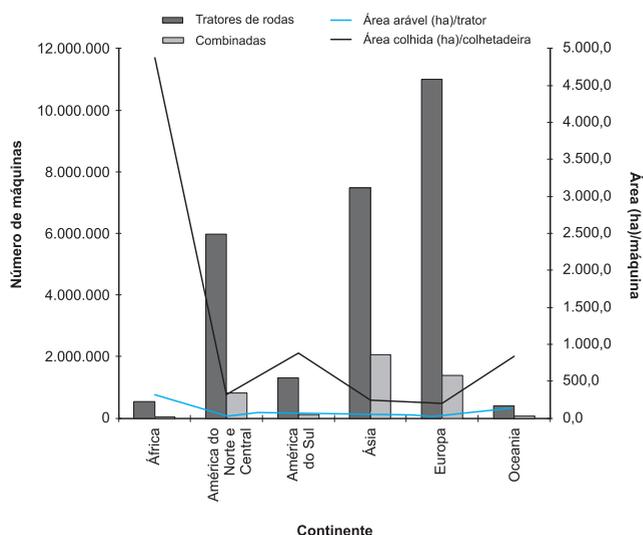


Fig. 1. Comparação entre frota de tratores de rodas e combinadas auto-motrizes por área trabalhada nos seis continentes.

Fonte: Anfavea (2005).

Principais inovações

Importantes realizações ocorreram no últimos 30 anos na agricultura brasileira. A ocupação de terras com exploração agrícola adequada possibilitou o crescimento nos índices de produção relacionados com o uso intensivo da mecanização (FAO, 1995). Da década de 1970 ao final dos anos de 1990, o potencial da terra para a agricultura aumentou em 50 %, enquanto o número de tratores aumentou oito vezes. Em outras palavras, a área mecanizada por trator decresceu de 410 ha/trator para 105 ha/trator.

De acordo com a Anfavea (2005), a infra-estrutura atualmente instalada no País para a produção de máquinas e equipamentos agrícolas é suficiente para atender à demanda do setor e dar suporte a um processo de alto nível de mecanização, resultando no decréscimo do número de hectares por trator, semeadora, colheitadeira e outros equipamentos. Para tanto, só é necessária uma política específica do setor privado e governamental e de apoio aos agricultores.

A Tabela 1 e a Fig. 2 ilustram o progresso na mecanização agrícola alcançado pelo Brasil nos últimos 30 anos, comparado com outros países competidores na produção de grãos, assim como nos seis continentes.

Com relação à expansão industrial urbana nos últimos 20 anos, fica evidente que esta apoiou-se na implementação de novas tecnologias, incentivada por políticas públicas específicas, enquanto os relatos históricos evidenciam a falta de uma política econômica para o setor agrícola no mesmo período, principalmente para a aquisição e a adoção de máquinas e implementos.

Tabela 1. Evolução da frota brasileira de tratores agrícolas (1960–2005).

Ano	Tratores de rodas (Unidades)	Área cultivada (1.000 ha)	Índice de mecanização agrícola (ha/tratores de rodas)
1960	62.684	25.672	410
1965	76.691	31.637	413
1970	97.160	34.912	259
1975	273.852	41.811	153
1980	480.340	47.641	99
1985	551.036	49.529	90
1990	515.815	47.666	92
1995	481.316	50.022	104
2000	450.000	53.300	118
2005	354.722 ⁽¹⁾	59.339	154

(1) Estimativa

Fonte: IBGE (1997) e Anfavea (2005).

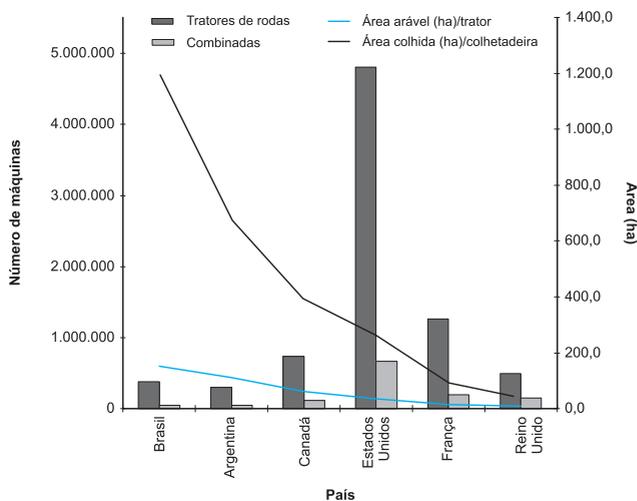


Fig. 2. Comparação entre frota de tratores de rodas e combinadas automotrizes por área trabalhada em alguns países da América do Sul, da América do Norte e da Europa.

Fonte: Anfavea (2005).

Entretanto, embora sem política pública específica, ocorreu a adoção de tecnologias emergentes devido ao investimento dos agricultores em novas máquinas, aumentando com isso a capacidade operacional e a potência dos tratores em algumas regiões. Já em outras houve, em meados da década de 1980, um período de crescimento quase vegetativo. Somente a partir da implantação, em 1999, do Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota), o País retomou o crescimento de cerca de 17 % na expansão agrícola, mostrando que a presença de uma política específica para o setor, ou ainda, uma política de

preços e garantias ao produtor pode, de fato, tornar a agricultura competitiva. O programa Moderfrota, estabelecido pelo governo brasileiro no final da década de 1990, teve como objetivo financiar, com juros subsidiados, a aquisição de tratores agrícolas e implementos associados, colheitadeiras e equipamentos para processamento, secagem e beneficiamento de café. Nesse programa, o agricultor poderia adquirir:

- a) Equipamentos novos: tratores e implementos associados, colheitadeiras e equipamentos para preparo, secagem e beneficiamento de café.
- b) Equipamentos usados: tratores e colheitadeiras com idade máxima de 8 anos e 10 anos, respectivamente, incluindo, ou não, a sua plataforma de corte, adquiridos em distribuidora autorizada cadastrada no Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), revisados e com certificado de garantia emitido por concessionário autorizado.

Esse Programa teve sucesso na renovação da frota (Fig. 3) em razão das taxas de juros aplicados aos financiamentos: 8,75 % ao ano, incluída a remuneração da instituição financeira credenciada, para clientes com renda agropecuária bruta anual igual ou inferior a US\$ 250 mil; 10,75 % ao ano, incluída a remuneração da instituição financeira credenciada, para clientes com renda agropecuária bruta anual superior a US\$ 250 mil.

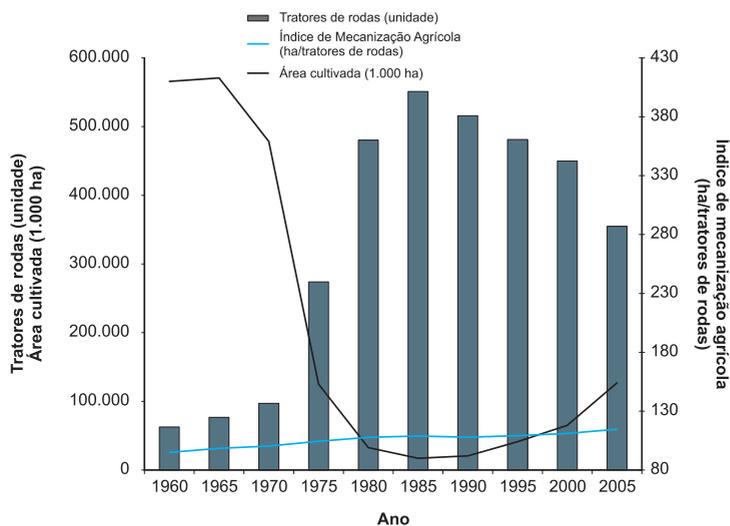


Fig. 3. Evolução do índice de mecanização agrícola no Brasil de 1960 a 2005.

Fonte: Anfavea (2005).

Como resultado imediato, o uso de colheitadeiras nas culturas de soja, milho (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), café, algodão e cana-de-açúcar teve expansão significativa nos últimos 15 anos, principalmente nas regiões Sul e Centro-Oeste, elevando os índices do País para, aproximadamente, 1,2 mil hectare por colheitadeira.

O sistema plantio direto

Iniciado experimentalmente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, no início dos anos de 1970, e adotado pelos agricultores a partir de 1976, o sistema plantio direto está, hoje, sendo adotado e adaptado em quase todas as regiões do Brasil. Segundo levantamento realizado pela Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP), apenas 1 milhão de hectares era cultivado com o sistema na safra 1990/1991. Dois anos depois, em 1992/1993, a área dobrou e, em 1994, atingiu 3 milhões de hectares, alcançando, hoje, cerca de 12 milhões de hectares no País, incluindo tanto grandes quanto médios e pequenos produtores, inclusive os que utilizam tração animal (EDITORIAL, 2000). Os estados do Rio Grande do Sul e Paraná e o Cerrado são os locais de maior expansão dessa técnica, que é utilizada nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, trigo, cana-de-açúcar, assim como em hortaliças e pastagens, e no pré-plantio de florestas, citros e café.

O desenvolvimento de novas cultivares e técnicas de manejo permitiu o crescimento da agricultura tropical, para novas áreas, tanto em produção como em produtividade. Esse cenário estendeu a fronteira agrícola para regiões como o Cerrado, onde os agricultores adotaram intensivamente o SPD como forma de preservar os recursos naturais e, ao mesmo tempo, equacionar o problema do calendário das operações agrícolas em decorrência da distribuição irregular de chuva.

A existência de grandes áreas de solos secos no Centro-Oeste, em decorrência da escassez de chuvas nessa região entre agosto e o começo de outubro, inviabiliza o emprego do sistema convencional, que não atende às necessidades adequadas de manejo pela deficiência da capacidade operacional e da potência dos equipamentos disponíveis. O sistema em paralelo de mecanização, que caracteriza o sistema convencional, no qual é usado o trator e uma variedade de implementos como arado de disco, grade pesada, grade de disco e grade em off-set foi substituído, no plantio direto, pelo sistema em série de mecanização, que consiste no uso de trator com maior potência e peso e um único implemento, o kit de plantio direto, que corta a palha, realiza o preparo reduzido do solo, somente no local do plantio, e faz o plantio ao mesmo tempo. Dessa forma, a adoção do SPD permite o ajuste necessário do calendário de atividades para o plantio na época adequada com qualidade e, até mesmo, melhorando os níveis de matéria orgânica do solo.

Agricultura de precisão

Nos últimos 10 anos, avanços tecnológicos têm sido conseguidos nos projetos agrícolas envolvendo o uso de máquinas equipadas com sensores e ferramentas

com sensoriamento remoto e processamento de imagem (superfície, aérea e de satélites), para facilitar o gerenciamento do sistema de produção, com o nome de agricultura de precisão. Conceitualmente, a agricultura de precisão é uma nova forma integrada de gerenciamento da informação nas lavouras, que se fundamenta na existência de variabilidade espacial e temporal dentro da unidade mínima de manejo na agricultura tradicional (SARAIVA et al., 2000). Enquanto os sistemas tradicionais tratam as propriedades agrícolas de forma homogênea, tomando como base as condições médias das extensas áreas de produção, para implementar as ações corretivas dos fatores limitantes da produção, a agricultura de precisão contempla a variabilidade espaço-temporal desses fatores para a tomada de decisão. A agricultura brasileira da Região Centro-Oeste, com áreas extensas e planas, é apropriada para a mecanização agrícola de alta tecnologia, especialmente a agricultura de precisão. Hoje, operam cerca de 250 novas máquinas de colheita utilizando o sistema de monitoramento georreferenciado de colheita.

O uso de ferramentas de precisão na agricultura possibilita a organização e a manutenção de bancos de dados da variabilidade espacial e temporal do sistema de produção das culturas, importante para o desenvolvimento de técnicas que procuram o uso racional de recursos naturais e insumos agrícolas. Como consequência dessa aplicação adequada, promove-se a redução dos custos de produção e de impactos negativos ao meio ambiente, assegurando uma agricultura sustentável. Embora as técnicas de agricultura de precisão possam ser utilizadas para diferentes insumos agrícolas (sementes e densidade de plantio, dosagem de pesticidas, monitoramento de doenças e pragas, etc.), foi no manejo da fertilidade do solo, assim como no monitoramento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, que esse novo conceito de manejo foi originalmente empregado. Isso tudo ocorreu em virtude da adição de fertilizantes em doses que atendam à real necessidade da planta, além de aumentar a renda dos agricultores e reduzir as perdas de nutrientes, diminuindo o impacto ambiental associado à aplicação de adubos. O desafio que se apresenta é o de interpretar a variabilidade espacial do solo a fim de que o lucro do agricultor seja aumentado, sem que ocorra a aplicação de doses excessivas de fertilizantes (MALZER, 1996).

A aplicação de insumos à taxa variada implica o estabelecimento de zonas de manejo, por meio da associação de dados de dois ou mais parâmetros. Têm sido utilizados dados de topografia, sensoriamento remoto (fotografia aérea, imagem de satélite), condutividade elétrica, mapas de solo e mapas de colheita, reduzindo o custo com amostragem e com análises de laboratório (FRANÇA et al., 2000; LUCHIARI et al., 2000; MURRELL; MURRELL, 2001; FRANZEN, 2001). Em trabalhos científicos dos anos de 1990 (SCHUELLER, 1996; MITCHELL, 1997;

PERRY et al., 1997; SVOBODA; HARKER, 1998) era observada a importância estratégica dos sistemas de coleta de dados e a sua integração com sistemas de tomada de decisão. Também era mencionada a importância da indústria de máquinas, com a preocupação de possíveis impedimentos para o sucesso do novo conceito, que hoje tem sido contornado pela pesquisa.

Com relação à análise econômica de manejo de sítio específico é interessante que se faça a distinção entre análise econômica e análise de lucratividade. Embora esses termos sejam usados indistintamente, o termo análise econômica é mais abrangente uma vez que leva em consideração outros aspectos econômicos do manejo de sítio específico, tais como seus efeitos sobre o tamanho da fazenda, coordenação vertical do agronegócio, comunidades rurais (LOWENBERG-DEBOER; BOEHLJE, 1996; WOLF; WOOD, 1997) ou custos e benefícios ambientais (KHANNA; ZILBERMAN, 1997; LARSON et al., 1997).

Para Mantovani et al. (2000), as técnicas de agricultura de precisão podem substituir as convencionais proporcionando benefícios em aumentos de produtividade e menor agressão ao ambiente. Isso se deve à maximização dos insumos utilizados na implantação das lavouras.

As ferramentas da agricultura de precisão têm se mostrado mais eficientes do que as ferramentas convencionais de trabalho. Torres et al. (1999) propõem as novas tecnologias para o uso tanto na acurácia de trabalho quanto na adaptabilidade dos operadores de máquinas. Também Oliveira et al. (2002) concluíram que a análise de componentes principais é uma técnica que se mostra adequada para validar as zonas de manejo, antes estabelecidas pela condutividade elétrica. Encontram-se na literatura exemplos mostrando que a aplicação de fertilizantes e de calcário usando uma taxa variada aumenta a produtividade e reduz a quantidade de material aplicado (MILLER; WHITNEY, 1998; NOLAN et al., 1998; MURRELL; MURRELL, 2001). Entretanto, esses estudos mostram, também, que o custo com a amostragem e com a análise para determinar os teores dos nutrientes frequentemente supera os benefícios.

Embora o setor industrial no Brasil tenha sido estabelecido por investimentos de empresas multinacionais, a maioria dos equipamentos agrícolas comercializados foi projetada no exterior, com adaptações para uso nas condições de solos brasileiros. Até o início dos anos de 1980, as máquinas comercializadas no País eram submetidas a testes de eficiência seguidos de regulamentação de padrões e normalização estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O Centro Nacional de Engenharia Agrícola (Cenea) foi criado naquela época, sob a administração do Ministério da Agricultura, com a missão de testar máquinas agrícolas. Durante vários anos, esse Centro, montado com financiamento e apoio do governo da Alemanha, foi responsável por testes de conformidade e certificação de

máquinas e implementos fabricados no País. Ao final da década de 1980, o Cenea teve as suas atividades encerradas enquanto a infra-estrutura que permitia tais testes era sucateada. Com isso, até o presente momento, o País tornou-se carente de sistema semelhante ao anteriormente citado, deixando a indústria nacional sem certificação, de forma que, praticamente, todo esse trabalho é realizado fora do Brasil.

Treinamento

É no treinamento formal acadêmico, principalmente nos cursos de pós-graduação nas universidades brasileiras, que a cooperação internacional ocorre no Brasil. Essa tendência parece compatível com a natureza das atividades educacionais, em que currículos de cursos são direcionados a temas específicos e o avanço tecnológico pode ser conseguido pelo intercâmbio de estudantes. Motivação e relações pessoais ainda são o maior estímulo à cooperação internacional, tanto nas universidades como nos institutos de pesquisa, embora haja, por parte do governo brasileiro, incentivo a contratos de cooperação internacionais apoiados por agências brasileiras.

Nos anos de 1970, houve um programa institucional importante, liderado pelo Ministério da Educação e com o envolvimento significativo de todas as instituições de ensino e pesquisa relacionadas à agricultura com alguns *Land Grant Colleges* norte-americanos. Essa ação em particular, única na área específica de agricultura, teve grande impacto na formação da base de conhecimento que compõe a atual liderança na agricultura tropical. Hoje, o governo incentiva, por meio de suas agências de fomento, a formação continuada, na forma de pós-doutorado em instituições de excelência, principalmente em áreas que as universidades do País ainda não podem atender à demanda de determinado conhecimento específico.

A Tabela 2 mostra a distribuição de estudantes de pós-graduação da área de Ciências Agrárias, bolsistas no exterior e no País. Embora o objetivo principal da formação de doutores no Brasil seja o ensino de graduação, ainda são muitos os instrutores com nível de graduação, ou mestrado, principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste (BRASIL, 2005).

A Embrapa, nas décadas de 1970 e 1980, investiu no treinamento de seus contratados, em início de carreira, de maneira que esse resultado alavancou a excelência, que pode ser vista nos resultados de pesquisas da Empresa. Foram treinados mais de 2 mil pesquisadores e a Empresa conta, no seu quadro, com, pelo menos, 200 pós-doutores, 1.509 doutores, 672 M.Sc. e 34 B.Sc. (Fig. 4).

Tabela 2. Evolução do número de estudantes de pós-graduação em Ciências Agrárias no exterior e no Brasil (2001 e 2005).

Número de estudantes bolsistas da Capes ⁽¹⁾					
Área do conhecimento (Ciências Agrárias)		Exterior		Brasil	
		2001	2005	2001	2005
Bolsas Regulares	Doutorado e Mestrado	144	167	376	601
Bolsas "Sanduíche" ⁽²⁾	Doutorado	52	37	-	-

⁽¹⁾ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior, fundação do Ministério da Educação.

⁽²⁾ Bolsas de pós-graduação em nível de doutorado que permitem ao estudante desenvolver parte de sua pesquisa no exterior.

Fonte: Brasil (2005).

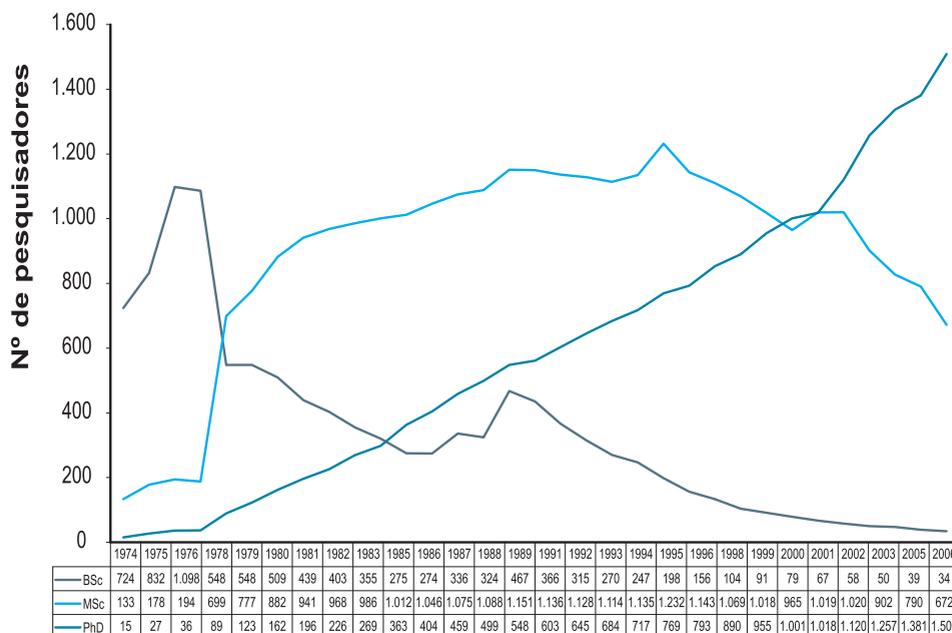


Fig. 4. Evolução do quadro de pesquisadores da Embrapa, no período de 1974 a 2006.

Fonte: Departamento de Gestão de Pessoas da Embrapa.

Visão de futuro

No âmbito do mercado internacional, o grande desafio dos produtores, hoje, é reduzir os custos de produção, mantendo a qualidade para não perder competitividade. E, cada vez mais, a questão da sustentabilidade na produção agrícola vem sendo cobrada pelos consumidores, ao mesmo tempo que a pressão

internacional por princípios não destrutivos da natureza e seus insumos, como a água e o solo, levam os produtores a buscar novas alternativas de manejo.

O conflito entre o uso de técnicas convencionais e o fascínio de novas tecnologias é evidente em algumas atividades agrícolas. Na questão da mecanização não há distinção na escala de utilização; por exemplo, na agricultura familiar, há necessidade de adequação das máquinas para todos os tipos de operação (manejo de solo e plantio) e dos equipamentos (aplicação de insumos) para atender demandas específicas de produção, como a orgânica ou alternativa, que atinge importante nicho de mercado.

Ao mesmo tempo a fruticultura também tem sido a opção dos pequenos produtores em sistema de integração para suprir demandas internas e externas de produtos de qualidade, requerendo o desenvolvimento de máquinas e equipamentos adequados (poda, aplicação de insumos e colheita).

Algumas culturas, como a soja, apresentam grande dependência de mecanização, pelo menos na operação de colheita, em razão do tempo certo para realização dessa operação, pelo curto prazo em que as vagens mantêm-se fechadas, evitando perdas excessivas de grãos. Nesse contexto, alguns projetos têm sido conduzidos no sentido de ajustar a mecanização de pequena escala para pequenos produtores, devido à escassez de equipamentos agrícolas para essa faixa de agricultura.

A necessidade de tempo hábil para as operações de preparo do solo e o plantio conduziu à adoção do SPD na Região Centro-Oeste, com destaque para o Cerrado. Essa dificuldade, associada à carência de potência instalada, levou ao desenvolvimento e ao uso de máquinas que, hoje, viabilizam o plantio direto em cerca de 12 milhões de hectares. Com a perspectiva de alterações climáticas, existe a possibilidade de mudanças mais acentuadas, dificultando ainda mais o calendário de atividades não somente dessa região, mas também de outras áreas do País, gerando a demanda por novas soluções estratégicas.

Com relação à agricultura de precisão, o foco desse movimento tecnológico está na aplicação do conceito de utilização de técnicas e estratégias que visem minimizar perdas e reduzir a vulnerabilidade dos sistemas de produção, com o uso da precisão dessa tecnologia. Em um programa de agricultura de precisão, a variabilidade do solo no campo é um dos fatores mais importantes, pois influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes e de água para as culturas. Isso demanda a coleta automática de dados e informações georreferenciados, requerendo a utilização intensiva do sistema de posicionamento global (GPS). O mapeamento da área agrícola explorada, principalmente no que concerne ao tipo de solo, fertilidade, acidez, disponibilidade de água, nutrientes e outros dados, servirá de base para facilitar o gerenciamento das operações do sistema de produção.

É nesse enfoque, de agricultura de precisão, que se estima o crescimento da agricultura brasileira para enfrentar o desafio de produzir alimentos,

bioenergia e fibras de qualidade em quantidade para abastecer o mercado interno e o externo, a custo competitivo, utilizando, inclusive, os conceitos de rastreabilidade e certificação.

Ao mesmo tempo, as dimensões continentais do Brasil demandam criteriosa avaliação tecnológica na adoção de sistemas específicos de produção vegetal e animal e a inclusão de tecnologias, como a agricultura de precisão, atendendo às diferenças culturais e econômicas de cada região. Por se tratar da análise de formas de produção agrícola, o caráter multidisciplinar é condição importante para quantificar os benefícios econômicos e ambientais e fazer uma análise, em longo prazo, da estabilidade, resistência e sustentabilidade desses sistemas. As modificações drásticas no nível de aplicação tecnológica da agricultura mundial competitiva demandarão atuação eficiente e eficaz no sentido de incorporar e adaptar as inovações em áreas estratégicas. Apesar de a agricultura de precisão ser tema relativamente novo, muitos avanços têm sido obtidos, principalmente, no desenvolvimento de máquinas e implementos que permitem o manejo localizado (SCHUELLER, 1997; MITCHELL, 1997; NOLAN et al., 1998; MANTOVANI, 2000). Os recursos mais avançados da eletrônica e da computação, como GPS, sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto, sistemas de controle e aquisição de dados, sensores e atuadores, associados a modelos matemáticos que possibilitam o desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão, estão cada vez mais presentes no campo. Assim, a otimização do uso de insumos com base nos fundamentos da agricultura de precisão será o grande desafio nacional para que se tenha o máximo retorno econômico e benefícios ambientais.

Finalmente, em razão dos novos recursos tecnológicos já estarem sendo disponibilizados no mercado brasileiro, para se realizar esse inovador conceito de agricultura no Brasil há necessidade de ação rápida para a adaptação e a correta recomendação de uso da agricultura de precisão. Para tanto, é fundamental, nesse processo de inovação tecnológica, a integração entre a pesquisa, a assistência técnica, os agricultores, a iniciativa privada, os fabricantes de equipamentos, as associações, as cooperativas e o governo. Ao mesmo tempo, a área técnica dessas organizações deverá receber treinamento adequado para facilitar a transferência de tecnologia, assim como a aplicação direta desses conceitos na agricultura brasileira.

Considerações finais

- a) O processo de transformação que ocorreu na agricultura brasileira foi conseqüência de altos investimentos em treinamentos no nível de pós-graduação no exterior, que possibilitaram grandes inovações do sistema de mecanização agrícola.

- b) O desenvolvimento de um sistema eficiente de manejo e de conservação de solo, aliado ao novo conceito de máquinas e equipamentos agrícolas, permitiu que o desenvolvimento da agricultura tropical brasileira se concretizasse em um modelo ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente racional, sustentado no sistema plantio direto.
- c) Um novo ciclo da agricultura tropical, iniciado com o uso do plantio direto nos anos de 1980, permitiu a otimização do uso das áreas agrícolas brasileiras em paralelo com a demanda de mecanização adequada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, especialmente na região do Cerrado, estabelecendo ligação apropriada com a indústria de máquinas para suprir as demandas do agricultor. Com isso, houve a expansão da fronteira agrícola para o Cerrado onde a tecnologia do plantio direto foi adotada intensivamente, permitindo o ajuste do calendário de operações agrícolas em face da irregular distribuição de chuvas na região, otimizando, dessa forma, o processo de produção e, ao mesmo tempo, promovendo a conservação dos recursos naturais.
- d) Se, por um lado, a infra-estrutura de fábricas instaladas no País para atender à agricultura brasileira se adequou para dar suporte ao processo de mecanização de alto nível, por outro, o aumento do número de tratores, semeadoras, colheitadeiras e outros equipamentos, por área, depende da disponibilidade de crédito tanto governamental como privado.
- e) Ao longo dos últimos 10 anos, o uso da agricultura de precisão consolidou-se e está constituindo-se como uma grande ferramenta de manejo do sistema de produção para tomada de decisão, com a vantagem de poder atender, com soluções específicas, às questões de sustentabilidade.

Referências

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDEL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.
- ALVES, E.; LOPES, M.; CONTINI, E. O empobrecimento da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 3, jul./set., p. 5-19, 1999.
- ANFAVEA. **Relatório Anual 2005**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>>. Acesso em: 20 out. 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório CAPES 2005**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2006.
- CASTRO, O. M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. 41 p. (Série Técnica, 3).
- CORRÊA, J. C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 11, 1985.

EDITORIAL. Técnicos e agricultores discutem os rumos do PD no terceiro milênio. **A Granja**, v. 56, n. 619, p. 64-65, 2000.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Quarterly Bulletin of Statistic**, Roma, 1995, v. 7, n. 1, 32 p.

FRANÇA, G. E.; MANTOVANI, E. C.; QUEIROZ, D. M.; ORLANDO, R. C. Comparação entre dois métodos de recomendação de fósforo, baseando-se a aplicação na média e em mapas de variabilidade espacial. In: BALASTREIRE, L. A. (Ed.). **O Estado da arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba, SP: Esalq/Fealq, 2000. 224 p.

FRANZEN, D. Practical delineation and uses of natural management zones. In: INFOAG CONFERENCE, 2001. **Proceedings...** Indianapolis: Foundation for Agronomic Research. Disponível em: <http://www.ppi-far.org>. Acesso em: 20 jan. 2007.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 57, 1997.

KHANNA, M.; ZILBERMAN, D. Incentives, precision technology and environmental protection. **Ecologic Economics**, v. 23, p. 25-43, 1997.

LARSON, W. E.; LAMB, J. A.; KHAKURAL, B. R.; FERGUSON, R. B. REHM, G. W. Potencial de site-specific management for nonpoint environmental protection. p. 337-367. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E. J. (Ed.). **The state of site-specific management for agriculture** Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, 1997.

LOWENBERG-DEBOER, J.; BOEHLJE, M. D. Revolution, evolution or dead-end: economic perspectives on precision agriculture. In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE IN PRECISION AGRICULTURE 3., 1996. **Proceedings...** Bloomington, MN: ASA, CSSA, SSSA (Ed.). 1996. CD-ROM.

LUCHIARI JUNIOR, A.; SHANAHAN, J.; FRANCIS, D.; SCHLEMMER, M.; SCHAPERS, J.; LIEBIG, M.; SCHEPERS, A. Strategies for establishing management zones for site specific nutrients management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SITE ESPECIFIC MANAGEMENT OF AGRICULTURAL SISTEM 5., 1998. **Proceedings...** Bloomington, MN: ASA, CSSA, SSSA, Asae (Ed.). 2000. p. 475-484.

MALZER, G. L. Corn yield response variability and potential profitability of site-specific nitrogen management. **Better crops**, v. 80, p. 6-8, 1996.

MANTOVANI, E. C. Utilização de instrumentos e de técnicas de agricultura de precisão para o aumento de eficiência nos processos de produção agrícola. In: BALASTREIRE, L. A. (Ed.). **O estado da arte da agricultura de precisão no Brasil** Piracicaba, SP: Esalq/Fealq, 2000. 224 p.

MANTOVANI, E. C.; NÄÄS, I. A.; HERMMANN, P. R. The future of mechanization: trends and requirements for the Latin-American countries - Brazil Case. In: FIRST LATIN AMERICAN MEETING OF THE CLUB OF BOLOGNA, 1., **Proceedings...** Fortaleza, CE: Club of Bologna, 2000. p. 13-28.

MILLER, W. M.; WHITNEY, J. D. Development of yield monitoring systems for Florida citrus. In: Asae Annual International Meeting. **Paper n. 981098**, 1998.

MITCHELL, B. W. Distributed monitoring and control using Lonworks technology. Asae Annual International Meeting. **Paper n. 973001**, 1997.

MOLINA JÚNIOR.; W. F.; RIPOLI, T. C. C.; GERARDI, R. N. Aspectos econômicos e operacionais do enfardamento de resíduos de colheita de cana-de-açúcar para aproveitamento energético. **Stab-Açúcar, Álcool e Sub-Produtos**, v. 80, n. 1/2, p. 14-25, 1995.

MURRELL, L. J. E.; MURRELL, T. S. Using management zone to improve crop production in Indiana. In: INFOAG 2001 Conference. **Proceedings...** Indianapolis, In: InfoAg, 2001. CD-ROM.

NOLAN, S. C.; GODDARD, T. W.; HEANEI, D. J.; PENNEY, D. C.; McKENZIE, E. Variation of fertilizer response across soil landscapes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SITE SPECIFIC MANAGEMENT OF AGRICULTURAL SYSTEM, 2. **Proceedings...** Minneapolis, MN: ASA, CSSA, SSSA, Asae, 1998, p. 553-558.

- OLIVEIRA, A. C.; FRANÇA, G. E.; AVELAR, G.; MANTOVANI, E. C. Análise de componentes principais para definição de zonas de manejo em agricultura de precisão. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24. **Anais...** Florianópolis, SC: Embrapa Milho e Sorgo, 2002, Resumo n. 26.
- PERRY, C. D.; THOMAS, D. L.; VELLIDIS, G.; DURRENCE, J. S. Integration and coordination of multiple sensor and GPS data acquisition for precision farming systems. In: Asae Annual International Meeting. **Paper n.973143**, 1997.
- RIPOLI, T. C. C.; KUZKO, B. H.; DOURADONETO, D. Sugar cane biomass energy in Brazil. **Agro Ciência**, n. extra, p. 24-25, 1996.
- RIPOLI, T. C. C.; MOLINA, JUNIOR, W. F.; RIPOLI, M. L. C. Energy potential of sugar cane biomass in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 677-681, 2000.
- RIPOLI, M. L. C.; BIZUTI, S. F. G.; RIPOLI, T. C. C. Windrowing and cylindrical baling of sugar cane crop residues: some operational parameters and energetic efficiency. **Engenharia Rural**, v. 16, n. 1, p. 25-31, 2005.
- SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E.; HIRAKAWA, A. R. Aplicação em taxa variável de fertilizantes e sementes. In: BOREM, A.; GIÚDICE, M. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. L. (Ed.). **Agricultura de precisão**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 109-145.
- SCHUELLER, J. K. Impediments to spatially-variable field operations. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 14, p. 249-253, 1996.
- SCHUELLER, J. K. Technology for precision agriculture. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE. 1., 1997. **Proceedings...** Amsterdam: Precision Agr., 1997. p. 33-44.
- SVOBODA, J. M.; HARKER, D. J. Next-generation site-specific technologies for agriculture: Crop Data Management System. In: Asae Annual International Meeting. **Paper n. 983122**, 1998.
- TORRES, F. P.; RIBEIRO FILHO, A. C.; BAILO, F. H. R. Comparação da utilização da barra de luz na agricultura de precisão em relação ao marcador de espuma. In: SIMPÓSIO SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Anais...** Piracicaba, SP: Esalq/USP, 1999. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecisao.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2006.
- VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 7, p. 873-882, 1984.
- WOLF, S. A.; WOOD, S. D. Precision farming: environmental legitimation, and modification of information, and industrial coordination. **Rural Sociology**, v. 62, p. 180-206, 1997.

Capítulo 2

Máquinas e equipamentos pecuários

Irenilza de Alencar Nääs
Evandro Chartuni Mantovani

O Brasil possui, de maneira geral, vantagens competitivas na produção intensiva de proteína animal definidas por clima favorável, boa disponibilidade de terra e tecnologia, baixa incidência de enfermidades, boas opções de grãos, baixo custo de produção, bons recursos humanos e forte parque industrial.

Mas existem preocupações com relação à pouca disponibilidade de crédito, alta taxa de juros, presença de febre aftosa em algumas regiões do País e, no caso específico da suinocultura, concentração das exportações praticamente para um único país.

Evolução do consumo de carne no mundo

O consumo de carne tem alta correlação com o Produto Interno Bruto (PIB) per capita. Em 1961, o PIB per capita no mundo era de US\$ 2.676,00 e o consumo de carne equivalente era de 23 kg; já em 2001 esse valor subiu para US\$ 5.611,00 e o consumo de carne aumentou para 38 kg. Segundo prognóstico da FAO (2006), em 2030 o PIB será de US\$ 7.600,00 por pessoa e o consumo deverá ser de 45 kg. O consumo de carne aumenta à medida que cresce o poder aquisitivo da população, até certo ponto, conhecido como ponto de saturação. A tendência de crescimento é constante até atingir de 80 kg a 100 kg de consumo per capita por ano quando, a partir daí, começa a se estabilizar. A Europa, por exemplo, já tem um alto consumo de proteínas animais como carne, leite e ovos (mais de 200 kg per capita/ano) e, apesar do crescente poder aquisitivo, tem dificuldade em aumentá-lo.

Atualmente, o consumo médio mundial per capita é, em média, 39 kg de carne. A Ásia e a África, onde vivem 73 % da população mundial, apresentam um consumo de carnes menor do que a média mundial (27,5 kg e 14,7 kg,

respectivamente). Os dados da América Latina estão acima da média mundial (61,2 kg) devido ao alto consumo de carne bovina no Brasil, na Argentina e no Uruguai e, enquanto na Europa e na Oceania são consumidos 97,5 kg, o consumo na América do Norte é de 121,8 kg.

Há uma tendência de que o consumo de carne no mundo aumente, principalmente nos países emergentes (FAO, 2006; ROPPA, 2006; USDA, 2006). Entretanto, essa trajetória crescente de consumo de proteína animal tende a ser afetada por surtos de zoonoses, como a doença-da-vaca-louca (BSE, *bovine spongiforme encephalitis*), que já causou e continua causando a queda no consumo de carne bovina no Japão e em outros países. Outros surtos são os de influenza aviária, que reduziu drasticamente o consumo mundial de carne de frango em 2005, e os de febre aftosa, que é outro exemplo aplicado a bovinos e suínos. Outra variante, que pode causar impacto e reduzir o consumo de carnes é a presença de substâncias que afetem, direta ou indiretamente, a segurança alimentar, como é o caso do uso da dioxina em rações para animais.

Aspectos gerais da produção animal

A produção animal resulta da conversão de proteína vegetal não somente em produtos de valor agregado, como carne, leite e ovos mas também em produtos residuais: os dejetos sólidos, líquidos e gasosos que, segundo vários autores (VERSTEGEN et al., 1987; ALBRIGHT, 1990; WATHES, 1998, TAKAI et al., 1998; GROOT KOERKAMP et al., 1998), além de interferirem nas condições de alojamento intensivo, possuem grande capacidade poluente. Esses autores ilustram as relações diretas entre o clima externo, a tipologia das construções e a formação de gases, dentro da edificação, em condições de clima temperado. No Brasil, publicações (MACARI et al., 1994; BAÊTA; SOUZA, 1997; MIRAGLIOTTA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005; SAMPAIO et al., 2005, GIGLI et al., 2005; QUEIROZ et al., 2005) evidenciam, também, que essa é uma função do clima e do sistema de aclimatação utilizado e que instalações abertas, como as usadas no País, são favoráveis à não-proliferação de gases anisotrópicos.

A partir do início dos anos de 1980, a produção animal no Brasil passou de atividade secundária e complementar, nas organizações econômicas do agronegócio, para ocupar espaço de destaque tanto na avicultura e na suinocultura como na bovinocultura de leite e de corte. Naquela mesma época, o aumento na produção passou a demandar que sua maior parte fosse alojada em ambientes confinados. O confinamento foi o caminho para reduzir e

organizar o trabalho, permitir melhor controle sanitário, controlar a perda energética dos animais e ganhar espaço e controle ambiental.

Hoje, a criação de suínos, aves e bovinos de leite, de maneira geral, tem caráter industrial, apresentando alto nível de mecanização e controle das operações dentro dos ambientes, utilizando mão-de-obra com rotina intermitente. O produtor está atendendo às novas normas aos novos regulamentos que, além de procurar alojar animais dentro dos princípios de conforto ambiental, devem adotar também outros, como a diminuição do impacto ambiental da produção, mantendo alto padrão de bem-estar animal.

As respostas de animais domésticos ao microambiente a que estão expostos, a forma de alimentação que recebem, bem como a condição de bem-estar têm sido estudadas a fim de se entender o funcionamento dos mecanismos homeostáticos (VERSTEGEN et al., 1987; ALBRIGHT, 1990; NÄÄS, 1995; SILVA; NÄÄS, 1997; LALONI et al., 1997; WATHES et al., 1998). Esse conhecimento tem servido de base para as decisões modernas na escolha de arraçoamento e de controles ambientais, além de fornecer subsídios para a criação de normas e legislação apropriada para várias características de produção.

A avicultura brasileira

A avicultura brasileira detém o índice médio de exportação da ordem de 900 milhões de toneladas por ano, representando uma importante cadeia produtiva com impacto significativo nos resultados econômicos da balança de pagamento do País nos últimos 8 anos. O Brasil é, atualmente, o segundo maior produtor de frangos de corte do mundo, sendo o maior exportador.

Para acompanhar a rápida ascensão da avicultura, os setores passaram por grandes transformações, tais como a implantação de regras de biossegurança, adequação das instalações e dos equipamentos à realidade brasileira e constantes modificações nas técnicas de manejo (MOURA; NÄÄS, 2000; BONI; PAES, 2000; SILVA; NÄÄS, 2004). Essas inovações adotadas e adaptadas ao sistema de integração na cadeia de aves, por causa do custo inicial, trouxeram alguma preocupação quanto à redução da margem de lucro do sistema de criação tendo, entretanto, incentivado a agregação de valor ao produto.

A suinocultura brasileira

Da mesma forma que a avicultura, a ascensão da suinocultura deu-se à medida da adoção de sistemas de integração com frigoríficos, embora em escala menor e limitada a algumas regiões. A adaptação de tecnologias de alojamento

importada nos anos de 1970 foi sendo modificada para as condições tropicais e, hoje, está adaptada às várias regiões do País.

No Brasil, nos últimos 35 anos, o crescimento do plantel de reprodutoras de suínos foi de apenas 4,5 %, enquanto a produção aumentou 283 %, denotando a intensificação da produção com o uso de animais mais adaptados, instalações adequadas e uso total ou parcial de mecanização, principalmente do arraçoamento e climatização das granjas.

A bovinocultura leiteira brasileira

O Brasil é o sexto maior produtor de leite e apresenta taxa de crescimento anual de 4 %, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares, com mercado consumidor cada vez mais exigente quanto à qualidade e à garantia de procedência dos produtos lácteos (PIRES et al., 1998; VILELA, 2002).

Em 2004, foram produzidos cerca de 23 bilhões de litros de leite. O País responde por 66 % do volume total de leite produzido nos países que compõem o Mercado Comum do Sul (Mercosul). Um exemplo de eficiência no uso de mecanização é a bovinocultura leiteira do Estado de São Paulo, que ocupa o terceiro lugar no País em produção de leite e tem hoje um rebanho de vacas ordenhadas de, aproximadamente, 2 milhões de cabeças e produtividade média de 10 mil L/vaca.ano, enquanto em 1992 a produtividade era de 9 mil L/vaca.ano (SOUZA et al., 2004). Cerca de 20 % do rebanho paulista confinado em instalações do tipo *free-stall* é responsável por quase 90 % de toda a produção de leite do estado, demonstrando a importância econômica da intensificação adequada da produção.

Limitações e avanços

O efeito das condições climáticas sobre o desempenho de aves, suínos e vacas leiteiras, em regime extensivo ou intensivo, é marcante, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Por essa razão, o conhecimento das relações funcionais existentes entre o animal e o meio ambiente permite adotar procedimentos que elevam a eficiência da exploração leiteira (DAMASCENO et al., 1997). A depressão na produção de leite das vacas sob estresse térmico, por exemplo, deve-se, primordialmente, à redução no consumo de alimentos, sendo maior quanto mais intenso o estresse resultante da hipertermia corporal (BACCARI, 1998; TITTO, 1998; SOUZA et al., 2004).

Um fato importante nas cadeias produtivas da avicultura de corte, da suinocultura e da bovinocultura de leite foi o desenvolvimento não somente dos padrões de nutrição adequados às condições tropicais como também da infra-estrutura de arraçamento nas granjas, tanto da distribuição e armazenamento como da mistura e automação da oferta de ração, principalmente para aves e suínos.

Principais inovações

O setor agropecuário brasileiro vem sofrendo profundas mudanças em decorrência da globalização da economia mundial. Com o aumento da concorrência e a exigência maior dos consumidores, os produtores têm investido cada vez mais em tecnologia, com a finalidade de atender à demanda de mercado.

A utilização de ferramentas que minimizem o tempo de produção e melhorem a qualidade do produto final tem sido aceita com apreço por grande parte dos criadores.

Equipamentos utilizados em manejo e ambiente

As instalações, maior volume de investimento inicial fixo, são construídas em função dos custos e facilidades para o produtor, ficando negligenciado o conforto do animal. As perdas registradas nas várias fases de produção, em que a maioria das instalações é inadequada às condições climáticas, ocorrem em virtude da falta de conhecimento de ambiência dos técnicos do setor. A instalação zootécnica, condizente com cada espécie, deve visar ao controle de elementos climáticos, como temperatura, umidade relativa, ventilação e insolação, além de higiene, alimentação e bem-estar, que possibilitam o conforto térmico e aéreo.

O investimento em instalações para aumentar o número de animais terminados, por ano, diminui o custo com o capital físico, fator que representa cerca de 10 % do custo total, reduzindo, conseqüentemente, o custo total de produção. Quando se fala em ambiência, é esperado o entendimento do ambiente no qual o animal vive. A preocupação em fornecer ao animal um ambiente de conforto requer o conhecimento dos fatores que definem essa adequação ambiental. São necessárias informações que orientem a compreensão das respostas produtivas dos animais sujeitos a espaço restrito.

Assim, cada vez mais, coloca-se em questão a maneira pela qual se arbitra sobre as características de conforto.

Manejo

A evolução da produção de suínos no Brasil exemplifica a evolução tecnológica do setor nesse período graças ao intenso trabalho integrado dos pesquisadores, técnicos e criadores nas áreas de genética, nutrição e manejo. Segundo cálculo da ABIPCS¹, para 2006, o rebanho brasileiro é formado por 2,5 milhões de matrizes, sendo que cerca de 60 % estão alojadas em sistemas considerados tecnificados. Dentro desse conceito de tecnificação estão incluídos o controle de ambiente, a mecanização de mistura e, eventualmente, a distribuição de ração.

É, sem dúvida, uma cadeia produtiva que caminha fortemente para o sistema de integração. Por exemplo: hoje, 70 % dos suínos são produzidos sob a forma integrada e 30 % sob a forma de produtores independentes. A Região Sul detém cerca de 60 % da produção do País e nela predomina o sistema de integração e o parque industrial das agroindústrias do setor. A Região Sudeste, onde sobressai o suinocultor independente, tem participação de, aproximadamente, 18 % e a Região Centro-Oeste, a qual continua a sua expansão, tem participação de cerca de 20 % na produção nacional.

Em relação à avicultura brasileira, o conceito de tecnificação é mais amplo e abrange maior número de operações como o controle de ambiente, a mistura e o arraçoamento, e, no caso de poedeiras, a automação de colheita e o pré-processamento de ovos. As granjas avícolas possuem, de maneira geral, ventiladores para melhor renovação do ar e adequada sensação de conforto térmico aos frangos.

No caso específico da avicultura de corte, uma evolução interessante foi o desenvolvimento do túnel adaptado. Otimizando o número de equipamentos de arraçoamento e a oferta de água e incrementando a densidade de aves conseguiu-se um desempenho tão bom quanto o de uso intensivo de ventiladores e exaustores, resultando em economia no custo de implantação dos galpões (ARADAS; NÄÄS, 2006).

No setor da bovinocultura leiteira, a tecnificação de processos, bem como sua automação, envolvem a produção, o alojamento e o pré-processamento do leite na fazenda. Na produção, pode-se observar, em animais de criação intensiva, o uso de processos de aclimatação, enquanto, em todos os sistemas, o uso de ordenha mecânica é uma realidade suprida por, pelo menos, duas grandes empresas multinacionais do setor, a Westfalia e a Alfa Laval.

¹ Associação Brasileira da Indústria, Produção e Exportação de Carne Suína.

A necessidade existente no setor da pecuária leiteira tanto de aumentar a produtividade quanto de diminuir os custos de produção, visando um produto mais competitivo, tem forçado os produtores a buscarem novos conhecimentos para enfrentar a concorrência e melhorar os níveis de produção. Dessa forma, as relações entre fatores ambientais e as respostas fisiológicas do gado leiteiro são de extrema importância durante o processo produtivo, pois podem refletir diretamente na quantidade e na qualidade do produto final.

A pecuária leiteira, mesmo possuindo índices de produção insatisfatórios quando comparados com outros países produtores de leite, tem potencial de melhoria quando tecnificada. Dados da FAO (2006) mostram que em 2004 o Brasil produziu aproximadamente 22 milhões de toneladas de leite enquanto os Estados Unidos da América tiveram uma produção ao redor de 72 milhões de toneladas, com um rebanho aproximadamente 1,5 vez maior. O uso de manejo adequado e de mecanização em processos de controle dos rebanhos leiteiros aumenta a produção em até 80 % (SOUSA et al., 2004).

Finalmente, a utilização de equipamentos que expressem a movimentação animal como, por exemplo, o pedômetro, as análises com uso de câmeras e outros tipos de sensores, a ordenha automatizada, assim como a utilização de programas computacionais gerenciais, são consideradas soluções interessantes, pois aliam manejo reprodutivo mais eficiente a uma medida mais exata dos níveis de estresse e bem-estar dos animais.

Ambiência

O efeito de um ambiente climático adequado ao animal não representa melhora significativa na produção, pois há fatores como a genética, a nutrição e a sanidade do rebanho a serem considerados. A sinergia desses fatores permite estudos muito interessantes, pois não se pode isolar facilmente aqueles que atuam nesse dinamismo. Derrubando-se os limites que possam existir entre as áreas envolvidas, certamente as respostas serão mais completas e possibilitarão novas descobertas, tornando muito empreendedor esse conhecimento.

Atualmente, o caráter industrial das criações requer controle das condições do ambiente interno visando ao bem-estar do animal, além de considerar os aspectos sanitários, fisiológicos e comportamentais. Tudo isso sugere estudos multidisciplinares para o entendimento, cada vez melhor, do animal, seja para a obtenção de melhor desempenho, seja para adaptar animais em cativeiro, nas regiões com clima diferente daquele de sua origem genética.

No caso de desempenho de fêmeas suínas, Lorvelec et al. (1996) verificaram a influência das diferentes condições climáticas na sua performance reprodutiva. Os resultados mostraram que a resposta de reprodução das matrizes foi inferior em clima tropical à daquelas mantidas em clima temperado, o que indica, claramente, a necessidade de aclimação de edificações para esses animais. Chagnon et al. (1991) constataram alto índice de mortalidade de matrizes suínas durante os meses de verão em granjas comerciais, uma vez que matrizes em confinamento total são altamente susceptíveis ao estresse pelo calor. A solução, então, está no uso de aclimação adequada, ventiladores e, em alguns casos, até sistemas de resfriamento evaporativo; gotejamento e jatos de água sobre os animais também podem ser usados como alternativas para reduzir o estresse pelo calor e, conseqüentemente, diminuir a perda de peso ou mortalidade.

O desenvolvimento de sistemas automáticos de aclimação, tanto para suínos como para aves e bovinos, já é realidade no Brasil (NÄÄS; ARCARO, 2001; SOUZA et al., 2004; ARADAS; NAÄS, 2005). Vários autores (SOUSA; NÄÄS, 2005; TOLON; NÄÄS, 2005) compararam diferentes sistemas de resfriamento em instalações para marrãs e concluíram que as fêmeas utilizaram diferentes comportamentos para termorregulação, conforme as mudanças no ambiente. Já de acordo com outros autores (CURTIS; BACKSTROM, 1992; BONI; PAES, 2000; BUCKLIN et al., 2001), o conhecimento do comportamento do fluxo de ar é essencial para o entendimento do ambiente térmico. Os sistemas de ventilação podem ser naturais, forçados ou ser a combinação dos dois sistemas. Os estilos das instalações e o manejo são, muitas vezes, mais críticos no sistema de ventilação natural do que no sistema de ventilação forçado.

Importante alteração na produção de frangos foi o melhor aproveitamento da densidade de aves. O simples incremento do número de aves por metro quadrado, sem a devida adequação do ambiente de alojamento, pode trazer resultados desastrosos à produção, pois, sob o ponto de vista termodinâmico, a quantidade de calor produzida eleva a temperatura ambiente, gerando estresse calórico, o que resulta em redução do ganho de peso e, por sua vez, chega a levar ao óbito e à conseqüente perda na produção. Logo, tanto para linhagens de alta conformação como para lotes de alta densidade, procurou-se resolver a questão da viabilização operacional e econômica de mecanismos para obter o conforto térmico ideal para as aves.

Alguns desses mecanismos auxiliares estão sendo usados hoje com certo êxito. Em exemplo recente, avicultores têm tentado novas alternativas de manejo utilizando um sistema de produção que vem sendo chamado de “tipo túnel”, no qual as instalações são fechadas com cortinas por todo o período de vida do frango, impossibilitando a entrada de ar externo, de forma natural.

Um problema encontrado nessas instalações, no entanto, é a distribuição da temperatura no ambiente final interno que gera, no caso de galpões de aves para corte, o congestionamento nos setores de temperaturas mais amenas, ou seja, o aumento da densidade nos locais mais confortáveis, resultando em estresse e declínio do bem-estar (MACARI et al., 1994; SILVA, 2000; MOURA; NÄÄS, 2000).

Atualmente, as indústrias de equipamentos já disponibilizam no mercado nacional tecnologias que asseguram o aquecimento perfeito e uniforme. Está sendo usada, com elevado grau de sucesso e segurança, a formação de zonas de conforto térmico temporário para os primeiros dias das aves. Trata-se dos “pinteiros” instalados com cortinas plastificadas que restringem determinada área do galpão para a criação dos pintinhos, reduzindo a área a ser aquecida.

Em climas quentes e menos úmidos, a aspersão limitada e o uso de ventiladores ou, então, de nebulizadores associados a sistemas de ventilação têm sido utilizados com eficiência no resfriamento das instalações. Esses sistemas de aspersão e de ventilação obtiveram alguns avanços, além de possuírem baixo custo de manutenção (ALBRIGHT, 1990; BAÊTA; SOUZA, 1998; NÄÄS; ARCARO JUNIOR, 2001; ARAÚJO, 2003; SOUZA et al., 2004).

Empresas brasileiras (Casp) e multinacionais (Fancon, Petersime, Big Dutchman, entre outras) fabricam, no Brasil, equipamentos para as áreas de avicultura e suinocultura, alguns deles de controle ambiental, também adaptados à bovinocultura leiteira. Entretanto, o conceito desses equipamentos é desenvolvido em outros países onde estão as sedes dessas empresas.

Na avicultura de postura, verificou-se que a produção foi superior em aviário dotado de sistema de resfriamento adiabático evaporativo, quando comparado com aviário desprovido desse sistema (SILVA; NÄÄS, 1997). Diante desses resultados, sabe-se que a mudança na temperatura interna dos aviários influencia, diretamente, na produção.

Outros fatores de inovação

A produção animal brasileira é praticamente dividida em dois níveis tecnológicos, de acordo com o manejo e as instalações: extensiva e intensiva. A primeira é encontrada no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, enquanto a segunda ocupa importante espaço nas regiões Sul e Sudeste. Em termos de agronegócio ou do uso de processos mecanizados, a produção animal intensiva no Brasil encontra-se no mesmo nível tecnológico que a dos países desenvolvidos, competindo nos preços finais no mercado internacional.

A evolução da mecanização e automação de processos na produção animal no Brasil aumentou significativamente nos últimos 20 anos, o que, associado à gestão adequada dos sistemas de produção e, no caso da avicultura, à relativa independência do governo, levou o País a ser o maior exportador de carne de frango do mundo. Entre as várias cadeias produtivas, a avicultura de corte é a que mostra o maior uso de mecanização de processos, seguida pela cadeia suinícola e pela bovinocultura de leite, conforme ilustra a Fig. 1. Nota-se que, a partir dos anos de 1980, houve um acréscimo significativo do uso de processos mecanizados nas operações e nos processos (NÄÄS; MANTOVANI, 2002).

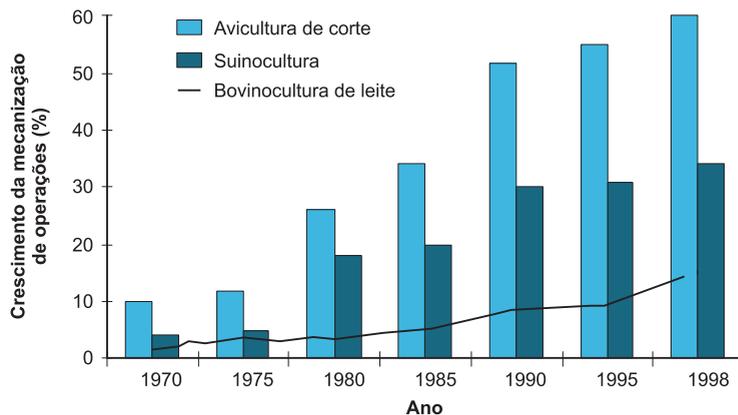


Fig. 1. Porcentagem do uso de processos mecanizados nas cadeias produtivas brasileiras de proteína animal entre 1970 e 1998.

Fonte: Adaptado de Nääs e Mantovani (2002).

O desempenho produtivo e reprodutivo dos animais depende do manejo utilizado, que envolve o sistema de criação escolhido, a nutrição, a sanidade e as instalações. Embora o Brasil tenha alcançado grandes avanços nas questões de sanidade e nutrição, o manejo adequado usando mecanização, automação ou mesmo sistematização de determinadas tarefas ou eventos ainda carece de pesquisa, inovação e desenvolvimento.

Na questão de qualidade, por exemplo, na cadeia da carne, principalmente no abate de aves e suínos, as operações são quase totalmente mecanizadas e os frigoríficos inspecionados pelos sistemas de vigilância e inspeção federais. Tais procedimentos são usados também para a produção de leite, embora grande parcela da produção ainda esteja em pequenas propriedades, que utilizam sistemas semi-intensivos ou até extensivo.

A produção intensiva de ovos é mecanizada em cerca de 80 % de suas operações, embora esses produtos ainda possam ser adquiridos diretamente do produtor, em pequenas cidades rurais, onde grande parte do comércio de produtos ocorre nos mercados de rua.

Na questão da bovinocultura de leite, a grande defasagem nos níveis de produtividade leva a produção brasileira a ter um dos maiores rebanhos do mundo, com baixa média produtiva de 4 kg/dia.vaca. Nos países desenvolvidos, a média de produção situa-se em cerca de 20 kg/dia.vaca.

Na produção de gado de corte, o gado zebuino garante maior sobrevivência no pasto devido à sua rusticidade. Entretanto, a permanência em pastagens e o baixo desfrute do rebanho fazem com que essa atividade não promova intenso roteiro no agronegócio, mas novas genéticas contornam esse problema.

No agronegócio, tanto na Região Sul como na Sudeste, imigrantes europeus e asiáticos ocuparam, nos anos de 1970, importante segmento produtivo em pequena e média escala de produção. Hoje, a pressão da alta competitividade força os pequenos para fora do mercado, e a saída de alguns tem sido a busca por produtos alternativos em que a agregação de valor é mais econômica como, por exemplo, os produtos orgânicos.

Um bom modelo do impacto do agronegócio na economia nacional é o caso da avicultura. De 1974 a 1992, a produção de frango de corte no País apresentou crescimento sólido, com a venda de produtos in natura e processados crescendo cerca de 90 %. O número de agronegócios ligados à cadeia produtiva aumentou em cerca de 70 % enquanto nos últimos 5 anos houve um decréscimo de 25 % no número de granjas, ou seja, aumentou a mecanização dos processos em detrimento do número de pessoas empregadas no processo produtivo (CARTA APINCO, 1999). Por ser uma cadeia de intensivo uso de força laboral, mesmo com a mecanização intensa, o segmento produtivo cresceu o suficiente para absorver não somente a mão-de-obra excedente, mas uma parcela nova de trabalhadores.

O grande avanço em setores como a suinocultura e avicultura, que vêm se destacando nos cenários nacional e internacional, resulta de grandes investimentos que têm sido feitos, principalmente, nas áreas de melhoramento genético e nas instalações. A fabricação de máquinas e equipamentos é limitada no País e, geralmente, são planejadas em países desenvolvidos, cabendo aos técnicos brasileiros apenas a sua adaptação.

Visão de futuro

Nas últimas três décadas, a produção agropecuária deixou de lado o modelo auto-sustentável de produção, que envolvia a criação de quantidade relativamente pequena de animais, oriundos de várias espécies. Atualmente, os animais são criados de forma intensiva, mantidos próximos das condições ideais de crescimento e produção, dentro dos limites tecnológicos vigentes.

O monitoramento das etapas envolvidas no processo produtivo como um todo, desde o arraçoamento dos animais, a sua reprodução, o ambiente em que os animais estão inseridos, a sua saúde, seu crescimento, até as etapas de transporte, comercialização e qualidade do produto final é de responsabilidade do produtor. A esse respeito, vários autores (HALL et al., 1997; MORAG et al., 2001; ZAPPAVIGNA, 2001; MALTZ et al., 2005; MELE, 2006) citam que essa responsabilidade não é apenas moral, mas de satisfazer as exigências do mercado consumidor. As exigências dos consumidores vêm aumentando com o passar dos anos e se tornando cada vez mais bem definidas como, por exemplo, a possibilidade de a indústria do leite pagar ao produtor de acordo com a qualidade e a composição do produto. A qualidade do produto final dependeria, portanto, quase que totalmente da habilidade de o produtor monitorar e controlar todo o processo de produção.

O desenvolvimento de sensores permitiu que se chegasse a uma vasta gama de informações sobre o processo produtivo. Entretanto, com o desenvolvimento desses sistemas tornou-se imprescindível o avanço de tecnologias que viessem coletar, processar e utilizar essas informações. O produtor, dessa forma, pode maximizar a eficiência do sistema produtivo, monitorando tanto suas etapas críticas de produção como o objetivo-alvo, observando se estão próximos ao que se considera como ótimo.

A preocupação, por exemplo, em atingir níveis de bem-estar para que a produção seja maximizada vem, ao longo dos últimos anos, ganhando maior importância pela complexidade com que os fatores de produção estão correlacionados. Quando se busca qualidade do produto final, entende-se que fatores nutricionais, sanitários, de manejo, bem-estar e conforto devem estar devidamente equacionados.

As empresas devem seguir um padrão de montagem de equipamentos, e de fornecimento de espaço, de acordo com as suas reais condições de instalação de máquinas e equipamentos. Pelo sistema adequado de fornecimento de espaço e os registros de temperatura, o técnico tem condições de reavaliar o seu manejo ou justificar a aquisição de certos equipamentos, melhorando cada vez mais o processo produtivo. No caso da cadeia da carne bovina, as oportunidades seriam mais expressivas se o ciclo produtivo fosse mais curto, por exemplo.

Finalmente, a zootecnia de precisão com registros e o uso de sistemas de decisão, em tempo real, poderão representar importante incremento na redução de perdas e na implementação da rastreabilidade de rebanhos.

Considerações finais

As tendências de industrialização e a integração vertical na produção animal criaram grandes modificações no padrão dos produtores, principalmente no

Sul do País. A dependência dos avicultores e dos suinocultores dos grandes frigoríficos cria altos níveis de concentração de poder, limitando os investimentos individuais ou de pequenos grupos no setor, embora esse tenha sido o preço do crescimento da produção. A tendência, hoje, é que esses critérios sejam revistos com a produção animal alternativa, com alto o custo agregado e baixo impacto ambiental.

O Brasil é, hoje, o quarto maior produtor de carne e detém cerca de 8 % da produção mundial. O País detém, também, 7 % da área agricultável do mundo e a produção de grãos foi superior a 130 milhões de toneladas em 2007. Aqui estão, também, 12 % das reservas de água potável do mundo e excelentes recursos naturais para garantir a independência energética, além de disponibilidade de terras agricultáveis para triplicar a produção de grãos. O País detém, ainda, tecnologia de produção tropical para transformar proteínas vegetais em proteínas animais, agregando valor aos grãos, seja para a exportação ou para o mercado interno.

É devido a essas características, que o Brasil é, atualmente, o maior exportador mundial de carnes. Em 2007, exportou mais de 5 milhões de toneladas, sendo: mais de 550 mil toneladas de carne suína, mais de 1,6 milhão de toneladas de carne bovina e mais de 3,3 milhões de toneladas de carne de frango e peru (MINISTÉRIO, 2007). O Brasil é responsável por 35 % da carne de frango comercializada no mundo, 26 % da carne bovina e 14 % da carne suína. Esses números demonstram a eficiência da produção de animais no País, certamente conseguida pelo conhecimento e adaptação de métodos próprios de manejo, nutrição e uso apropriado de mecanização e automação de processos para enfrentar o constante crescimento da população mundial e suas demandas por alimentos de boa qualidade.

Referências

ALBRIGHT, L. D. **Environmental control for animals and plants** St. Joseph, Michigan: Asae. 1990. 455 p. (Textbook n. 4).

ARADAS, M. E. C.; NÄÄS, I. A. Thermal environment in broiler houses using two bird densities under tropical conditions. **E-journal. International Commission of Agricultural Engineering**, v. 7, p. 1-10, 2005.

ARAÚJO, A. P. **Estudo comparativo de três sistemas produtivos de leite, com ênfase nas instalações empregadas**. Disponível em: <<http://www.usp.br/fzea/FZEA/fzea/zaz/laboratorio/cpec.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2003.

BACCARI JÚNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ambiência na produção de leite**. Piracicaba: Esalq/Fealq, p. 24-65, 1998.

- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – conforto térmico**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1997. 246 p.
- BONI, I. J.; PAES, A. O. S. Climatização de aviários: aquecimento e refrigeração para matrizes. In: **Curso sobre equipamentos avícolas para o setor de corte** São Paulo, Brasil, 2000. p. 47-65.
- BUCKLIN, R. A.; BEEDE, D. K.; BRAY, D. R. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 7, n. 2, p. 241-247, 1991.
- CARTA APINCO. **Boletim eletrônico**: Relatório do primeiro semestre do desempenho de exportações de frangos. Campinas: Facta. 12 p. Disponível em: <<http://www.facta.org>> Acesso em: 13 ago. 1999.
- CHAGNON, M.; D'ALLAIRE, S.; DROLET, R. A prospective study of sows mortality in breeding herds. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 55, p. 180-184, 1991.
- CURTIS, S. E.; BACKSTROM, L. Housing and environment: influence on production. In: LEMANN, A. D.; STRAW, B. E.; MENGELING, W. L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. **Disease of swine**. Ames: Iowa State University Press, 1992. p. 884-900.
- DAMASCENO, J. C.; TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema *free stall*. **Energia na Agricultura**, v. 12, n. 2, p. 12-25, 1997.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Report 2006**. Roma: FAO, 2006. 24 p. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/336/DesktopDefault.aspx?PageID=336>>. Acesso em: 20 out. 2006.
- GIGLI, A. C. de S.; BARACHO, M. dos S.; NÄÄS, I. A.; ZAGO, R.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, F. C. Diagnosis and evaluation of Fungi presence in the air of two different ventilation systems for broiler house. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 4, p. 205-208, 2005.
- HALL, A. B.; YOUNG, B. A.; GOODWIN, P. J.; GAUGHAN, J. M.; DAVISON, T. Alleviation of excessive heat load in the high producing dairy cow. **Livestock Environment**, v. 2, p. 928-935, 1997.
- LALONI, L. A.; NÄÄS, I. A.; BUCKLIN, R. A. Milk production result based on revised equivalent temperature index for dairy cattle in partial free-stall housing. **Ciência & Engenharia**, v. 6, n. 2, p. 69-72, 1997.
- LORVELEC, O.; DEPRES, E.; RINALDO, D.; CHRISTON, R. Effects of season on reproductive performance of large white pig in intensive breeding in the tropics. **Journees-de-la-Reserche-Porcine-en-France**, v. 28, p. 279-286, 1996.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, SP: Funep/Unesp, 1994. 296 p.
- MALTZ, E.; EDAN, Y.; HALACHMI, I.; MORAG, I. **Decision support systems for the dairy farm**. Disponível em: <<http://www.agri.gov.il/AGEN/Reports/DSS-Dairy.html>> Acesso em: 10 abr. 2005.
- MELE, M. Application of the 'tracking signal' method to the monitoring of udder health and oestrus in dairy cows. **Livestock Production Science**. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: 22 jul. 2006.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS DO AGRONEGÓCIO. **Balança comercial do agronegócio – 2007**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 10 fev. 2008.
- MIRAGLIOTTA, M. Y.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. dos S.; ARADAS, M. E. C. Qualidade do ar de dois sistemas produtivos de frango de corte com ventilação e densidade diferenciadas - estudo de caso. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2002.

MORAG, I.; EDAN, Y.; MALTZ, E. An individual feed allocation decision support system for the dairy farm. **Journal Agriculture Engineering Research**, n. 79, v. 2, p. 167-176, 2001.

MOURA, D. J. de; NÄÄS, I. A. Avaliação da eficiência térmica de instalações avícolas sombreadas e ventiladas artificialmente em diferentes orientações no período de verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 1, n. 3, p. 167-173, 2000.

NÄÄS, I. A. Estresse calórico: meios artificiais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995. **Anais...** Campinas: Facta, 1995. p. 109-112.

NÄÄS, I. A.; ARCARO JUNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.

NÄÄS, I. A.; MANTOVANI, E. C. Trends in mechanization in livestock production in Brazil. **Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America** v. 33, n. 3, p. 56-60, 2002.

OLIVEIRA, H. L. de; NÄÄS, I. A.; AMENDOLA, M. Estimativa das condições de conforto térmico para avicultura de postura usando a teoria dos Conjuntos Fuzzy. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 300-307, 2005.

PIRES, M. F. A., VILELA, D., VERNEQUE, R. S., TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SILVA, I. J. O. (Ed.): **Esalq-Fealq, Ambiente na produção de leite**, Piracicaba, SP, 1998. p. 68-102.

QUEIROZ, M. P. G. de; NÄÄS, I. A.; SAMPAIO, C. A. de P. Estimating thermal comfort for piglets considering ammonia concentration. **E-journal. International Commission of Agricultural Engineering**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2005.

ROPPA, L. Perspectivas da produção mundial de carnes, 2006 a 2030. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz de Iguaçu. **Anais...** Campinas: PorkWorld, 2006. p. 37-56.

SAMPAIO, C. A. de P.; NÄÄS, I. A. Gases e ruídos em edificações para suínos-aplicação das normas NR-15, CIGR e ACGIH. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 10-18, 2005.

SILVA, A.; NÄÄS, I. A. Equipamentos para aquecimento e refrigeração. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. (Ed.). **Produção de frangos de corte**. 1. ed. Campinas: Facta, 2004, v. 1, p. 85-95.

SILVA, I. J. O. da; NÄÄS, I. A. Environmental variable affecting egg production. **Agro-Ciência**, v. 13, n. 1, p. 17-24, 1997.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SOUSA, P. de; NÄÄS, I. A. Uso de acondicionamento ambiental para matrizes suínas em gestação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 3, p. 216-221, 2005.

SOUZA, S. R. L. de; NÄÄS, I. A.; KARASAWA, S.; ROMANINI, C. E. B. Análise do investimento em climatização para bovinos de leite em sistema de alojamento *free stall*. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 255-262, 2004.

TAKAI, H.; PEDERSEN, S.; JOHNSEN, J. O.; METZ, J. H. M.; GROOT KOERKAMP, P. W. G.; UENK, G. H.; PHILLIPS, V. R.; HOLDEN, M. R.; SNEATH, R. W.; SHORT, J. L.; WHITE, R. P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K. H.; WATHES, C. M. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research** v. 70, n. 1, p. 59-77, 1998.

TITTO, E. A. L. Clima: influência na produção de leite. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ámbiência na produção de leite**. Piracicaba: Esalq-Fealq, 1998. p. 10-23.

- TOLON, Y. B.; NÄÄS, I. A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 565-574, 2005.
- USDA-FAS. Foreign Agricultural Service Report. Commodity and Marketing Programs. **Livestock and poultry world markets and trade** Washington: USDA, out. 2005. 25 p. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/dlp/dlp.html>> Acesso em: 6 nov. 2006.
- VERSTEGEN, M. W. A.; van der HEL, W.; BRANDSMA, H. A.; HENKEN, A. M.; BRANSEN, A. M. Influence of some environmental, animal and feeding factors on energy metabolism in growing pigs. In: VERSTEGEN, M. W. A.; HENKEN, A. M. (Ed.). **Energy metabolism of farm animals**. Nijhoff: Dordrecht, NL: Martinus, 1987. p. 70-86.
- VILELA, D. **Leite**: Bom para a saúde e melhor ainda para a economia brasileira. Embrapa Gado de Leite - Eventos. p. 1-3. 2000. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/artigos/leite.html>> Acesso em: 4 ago. 2002.
- WATHES, C. M. Environmental control in pig housing. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 15, 1998, Birmingham, UK. **Proceedings...** Birmingham: Nottingham University Press, 1998. v. 1, p. 257-265.
- ZAPPAVIGNA, P. Thermal behavior of animal houses in hot climate: experimental contributions to the theoretical approach. **Asae paper n. 024110, 2001**. Asae Annual International Meeting. Chicago, USA.

Literatura recomendada

- BRASIL. IBGE. **Anuário estatístico**. Brasília: IBGE, 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.br>>. Acesso em: 20 ago. 2002.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Quarterly Bulletin of Statistic**, Roma, v. 7, n. 1, 32 p.
- SINDIRAÇÕES. **Manual de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/ industrializadores de produtos para alimentação animal** 24 p.

Parte 13

Defesa vegetal

Foto: Feliciano Alves de Araújo



Capítulo 1

Defesa da produção vegetal: do risco zero à análise de risco de pragas

Odilson Luiz Ribeiro e Silva
Gutemberg Barone Araújo Nojosa

A defesa ou proteção da produção vegetal é requisito fundamental para o desenvolvimento eficiente e eficaz da produção vegetal com qualidade. No Brasil, a defesa da produção vegetal ou a defesa fitossanitária, ou ainda, a defesa sanitária vegetal, como designado oficialmente na legislação brasileira (Decreto nº 22.094, de 16 de novembro de 1932 e Decreto nº 24.114, de 12 de abril de 1934), tem se harmonizado ao longo dos anos com a evolução desse setor no mundo. A defesa fitossanitária nacional segue, em última análise, a evolução da fitossanidade mundial. Esse fato reflete-se na atuação do Brasil como membro fundador da Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIPV).

Inicialmente, apenas 24 países assinaram a CIPV em 1929; entre eles o Brasil. Desses 24 países, somente três, Brasil, Egito e Haiti, podem ser considerados como de clima tropical, todos os demais são de clima temperado a subártico (BRASIL, 1932). Assim, o Brasil foi um dos poucos países tropicais que adaptou sua legislação, de forma marcante, aos parâmetros internacionais de proteção fitossanitária, desde aquele ano. Esse fato, com certeza, trouxe resultados importantes para a agricultura brasileira e, até hoje, o País segue padrões internacionais para a defesa da produção vegetal, o que, conseqüentemente, confere à agricultura brasileira condições de igualdade com países desenvolvidos nos diversos fóruns internacionais, como na Organização Mundial do Comércio (OMC).

A harmonização da evolução da defesa vegetal no Brasil, com os parâmetros internacionais, possibilitou a existência de fundamentos básicos na legislação fitossanitária. Esses parâmetros adequaram e conferiram qualidade aos produtos brasileiros e assim facilitaram a retirada de barreiras fitossanitárias.

Conseqüentemente, propiciaram a inserção do Brasil no mercado agrícola internacional. Esse cenário foi construído principalmente com a implementação dos seguintes fundamentos básicos: a) justificativa técnico-científica para a aplicação das medidas fitossanitárias; b) existência de estrutura administrativa para a execução de atividades oficiais relacionadas à defesa vegetal; c) interação da defesa vegetal com a pesquisa agropecuária; e d) procedimentos padronizados de inspeção e certificação fitossanitária.

Ao longo dos anos, a defesa da produção vegetal tem se tornado mais complexa e pode ser utilizada, inclusive, como “barreira fitossanitária”. Para os países de pouca afinidade com as legislações sanitária e fitossanitária internacional, como aquelas relacionadas ao Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio (Acordo SPS) (BRASIL, 1994), à CIPV e ao Codex Alimentarius, entre outros acordos internacionais, torna-se cada vez mais difícil manter, em seus territórios, produção vegetal com possibilidade de ser comercializada no mercado global, caso as regras e normas desses organismos não sejam implementadas. Atualmente, com a ampliação da sua abrangência de atuação, o controle fitossanitário afeta não somente os vegetais e os seus produtos como outrora, mas qualquer outro organismo, objeto ou material capaz de abrigar pragas. Como exemplo dessa ampla atuação cita-se a Norma Internacional de Medida Fitossanitária (Nimf) nº 15 que regulamenta embalagens de madeira no comércio internacional e pode afetar o comércio de produtos não oriundos da agricultura, como máquinas ou equipamentos embalados em madeira.

Os principais desafios para o desenvolvimento da defesa da produção vegetal no Brasil estão relacionados à sua adaptação cada vez mais rápida à evolução dos requisitos fitossanitários internacionais. A produção de Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias deu impulso a essa evolução e a especialização do mecanismo de geração de normas na CIPV, nos últimos anos, faz prever uma expansão do número dessas normas que serão produzidas a cada ano. Esse fato resultará em aumento de critérios específicos estabelecidos multilateralmente e harmonizados pelos países membros da OMC e da CIPV.

As primeiras Nimfs tratam de aspectos conceituais que são os fundamentos das medidas fitossanitárias que afetam artigos regulamentados de forma geral. Contudo, a necessidade de os países contarem com normas internacionais específicas que afetem diretamente o comércio internacional de determinados artigos regulamentados tem elevado o número desse tipo de Nimf e é tendência no sistema de elaboração de normas da CIPV. São exemplos de Nimfs específicas, a de número 15 (Guia para regulamentação de embalagem de madeira no comércio internacional), a Nimf 26 [Estabelecimento de áreas

livres de moscas-das-frutas (Tephritidae)] e as propostas para tratamento e diagnóstico fitossanitário.

Os países membros da CIPV, como também da OMC, devem adaptar-se às Nimfs já que o Acordo SPS indica a CIPV como o organismo de referência para aspectos técnico-científicos dos temas fitossanitários (art. 3º do Acordo SPS). Essa adaptação não é um processo simples para os países e requer estruturas oficiais, de pesquisa e do setor privado, adaptadas e harmonizadas com os fundamentos da CIPV e do Acordo SPS, e que operem de forma integrada no contexto globalizado.

Outro desafio para a defesa da produção vegetal está relacionado ao intercâmbio de informação e à negociação internacional. São vários os dispositivos relacionados ao intercâmbio e ao incremento da negociação entre os países membros no novo texto da CIPV e no texto do Acordo SPS. O cumprimento dessas disposições merece gerenciamento sistêmico para cumprir com as obrigações acordadas. É cada vez mais necessário negociar e cumprir obrigações existentes tanto em nível bilateral (ex.: acordos entre países) como em nível regional – a exemplo de blocos comerciais como o Mercado Comum do Sul (Mercosul) ou órgãos consultivos como o Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul (Cosave) e o Conselho Agropecuário do Sul (CAS) – e negociações multilaterais como a CIPV e o Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC (Comitê SPS). A negociação internacional na área fitossanitária passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento das normas internacionais acordadas e pela fundamentação técnica e científica das medidas fitossanitárias em discussão, como direcionamento seguro para a troca de idéias e para o consenso.

A nova estrutura do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2005a) é prova desse esforço contínuo de harmonização da estrutura oficial do Brasil aos preceitos dos acordos internacionais. Essa nova estrutura criou o Departamento de Sanidade Vegetal (DSV), ligado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), como órgão oficial responsável pelas principais obrigações da Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF), previstas no art. 4º do novo texto da CIPV (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2005e). O Decreto nº 5.351 criou, também, o Departamento de Assuntos Sanitários e Fitossanitários (Dasf) da Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio (SRI), como ponto focal do Mapa para as negociações e troca de informações internacionais na área sanitária e fitossanitária. Outros órgãos da estrutura atual do Mapa, como a Coordenação-Geral do Sistema de Vigilância Agropecuária (Vigiagro), a Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial (CGAL) e a Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins (CGAA), da SDA, também exercem funções oficiais importantes atribuídas às ONPFs

no texto da CIPV de 1997 (BRASIL, 2005a; BRASIL, 2006a). Tais funções são, respectivamente, a emissão de certificados fitossanitários e a inspeção de artigos regulamentados, a análise e o diagnóstico fitossanitário de artigos regulamentados e a aprovação de produtos e processos utilizados no tratamento fitossanitário no Brasil. Além disso, a importância dos organismos geneticamente modificados, tanto para a biotecnologia como para a segurança do agronegócio, gerou a criação da Coordenação de Biossegurança (Cbio) na SDA e a criação do Comitê de Assessoramento em Biossegurança do Mapa (Cabio), por meio da Portaria nº 248, de 6 de maio de 2005 (BRASIL, 2005b).

Na área de pesquisa agropecuária o vínculo mais específico nas ações de defesa da produção vegetal no País é com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), notadamente, com a área de quarentena vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Embrapa Meio Ambiente. Essas unidades são responsáveis pela análise fitossanitária do germoplasma e de organismos introduzidos pela Embrapa no País para finalidade de pesquisa científica (BRASIL, 1998a) e também são centros quarentenários (BRASIL, 1991; BRASIL, 2002a) para a introdução de material de propagação vegetal e organismos biológicos, respectivamente. Além disso, outras entidades de pesquisa como o Instituto Agrônomo (IAC) (BRASIL, 1998b) e empresas privadas (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2003a; BRASIL, 2002b; BRASIL, 2005c; BRASIL, 2007c) são credenciadas como centros quarentenários colaboradores do Mapa (BRASIL, 1999a). Além das estações quarentenárias, outras instituições também são credenciadas como centros colaboradores do Mapa para a realização de análise de risco de pragas (BRASIL, 2005d).

A padronização dos procedimentos de inspeção e certificação fitossanitária está relacionada no Manual de Procedimentos Operacionais da Vigilância Agropecuária Internacional do Vigiagro (BRASIL, 2006c). A base legal para a certificação fitossanitária compreende uma série de instrumentos legais, tais como:

- a) Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) (Instrução Normativa nº 9, de 5 de abril de 2007; Instrução Normativa nº 55, de 4 de dezembro de 2007).
- b) Certificado Fitossanitário de Origem Consolidado (CFOC) (Instrução Normativa nº 9, de 5 de abril de 2007; Instrução Normativa nº 55, de 4 de dezembro de 2007).
- c) Permissão de Trânsito de Vegetais (PTV) (Instrução Normativa nº 37, de 17 de novembro de 2006; Instrução Normativa nº 9, de 5 de abril de 2007).
- d) Certificado Fitossanitário (CF) e Certificado Fitossanitário de Reexportação (CFR) (Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006; Instrução Normativa nº 16, de 14 de novembro de 2003).

O processo brasileiro de inspeção e certificação fitossanitária inclui atribuições em diversas instâncias organizadas por meio do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) (BRASIL, 2006f).

Todas essas políticas ou ações empreendidas no período consolidaram os fundamentos da defesa da produção vegetal e geraram condições para o desenvolvimento da agricultura brasileira.

Principais inovações

As principais inovações da defesa da produção vegetal no Brasil fundamentam-se em dois aspectos que muitas vezes estão inter-relacionados: a) as inovações do texto da CIPV que resultaram de sua evolução histórica e na incorporação desses textos ao ordenamento. A origem da CIPV remonta ao século 19 com a criação da Convenção contra *Phylloxera*, em 3 de novembro de 1881, e com a Convenção Adicional de Berna, em 15 de abril de 1889, numa tentativa de alguns países estabelecerem estratégias comuns para combater a *Phylloxera vastatrix* Planchon, praga que devastava as plantações de videira da Europa. A CIPV foi criada como tratado internacional, em Roma, por ocasião da Conferência Diplomática Internacional para a Proteção das Plantas, em 16 de abril de 1929, sendo que o Brasil participou de sua fundação. O Decreto nº 22.094, de 16 de novembro de 1932, promulgou o texto da CIPV de 1929 no Brasil. Dois anos após a sua promulgação, o Brasil aprovou o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal (RDSV) com a publicação do Decreto nº 24.114, de 12 de abril de 1934. Esse instrumento é até hoje o principal marco legal da defesa fitossanitária brasileira. Certamente a sua afinidade com o primeiro texto da CIPV, de 1929, que tem fundamentos e estruturas semelhantes ao texto atual, de 1997, possibilita o uso, até hoje, de partes do RDSV que estão em vigência desde 1934.

Tendo em vista a estreita relação entre o ordenamento jurídico nacional e o internacional na área de defesa da produção vegetal é importante comparar algumas disposições entre o primeiro e o último texto da CIPV (1997).

A Convenção de 1929 apresentou menções comuns ao seu texto vigente como a definição dos objetos sob sua regulamentação, da vigilância e o controle de pragas e do trânsito de material hospedeiro (artigos 1º, 4º, 5º, 6º e 7º). O art. 2º trata da criação do órgão oficial de proteção dos vegetais, responsável por pesquisa, vigilância, educação fitossanitária e certificação oficial, em paralelo ao art. 4º do texto atual. Outro importante dispositivo do texto de 1929 refere-se ao modelo de certificado utilizado para o comércio de vegetais e seus produtos, conforme prescrito no art. 9º e no texto de 1997, no art. 5º. Esse certificado recebeu o nome definitivo de Certificado Fitossanitário no texto da CIPV de 1951 (BRASIL, 1961).

É importante observar o vínculo da pesquisa agropecuária relacionada à defesa da produção vegetal desde a formação dessa legislação em âmbito internacional. Todos os textos da CIPV mencionam diretamente a pesquisa como uma atribuição do órgão oficial responsável pela área fitossanitária, exceto na versão de 1997, em que essa atribuição é da Parte Contratante ou país signatário da Convenção (alínea *b*, do inciso 3º, do art. 4º, do Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006). Além disso, na CIPV de 1997, a pesquisa tornou-se ainda mais fundamental pela sua importância para a justificativa técnica das medidas fitossanitárias. Disposições para facilitar o intercâmbio de material destinado à pesquisa científica também estão presentes em todos os textos da CIPV, por exemplo, no artigo 10º do texto de 1929, correspondente ao art. 1º, inciso 2º do Decreto nº 24.114, de 12 de abril de 1934 e no inciso 5º do art. 7º da CIPV de 1997.

Há referências, nos artigos 5º e 6º do texto da CIPV de 1929, à facilitação do comércio internacional para evitar demoras indevidas na inspeção de produtos importados e na comunicação de não-conformidade. Dispositivos semelhantes também estão presentes no Acordo SPS (Anexo C, item 1a, Decreto nº 1.355, de 30 de dezembro de 1994).

Já o art. 7º do texto de 1929 tem diferença essencial daquele de 1997, pois tem ênfase na proibição, enquanto a abordagem vigente é baseada em análise de risco de pragas. Cabe, no entanto, ressaltar que a proibição à importação ou à entrada de algum artigo regulamentado sempre esteve presente tanto nos diversos textos da CIPV quanto na legislação brasileira (BRASIL, 1934). Porém, somente na CIPV de 1997 o termo “artigo regulamentado” é definido no art. 2º. Outro item atual e que também consta no texto da CIPV de 1929, no art. 11, é relativo à disponibilidade da lista de pragas e doenças dos vegetais, hoje chamada de lista de pragas regulamentadas (alíneas *i* e *j*, do inciso 2º do art. 7º do Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006). Apesar desse dispositivo também constar em todos os textos da CIPV, até hoje, poucos países publicam, periodicamente, no portal da CIPV (www.ippc.int) a sua lista atualizada de pragas quarentenárias. Ao todo, a CIPV tem cerca de 166 membros (IPP, 2007), desse total, aproximadamente 20 % (36 países) tem suas listas publicadas e cerca de 80 % não divulgaram suas listas na CIPV. Entre esses países que publicaram listas de pragas regulamentadas no portal da CIPV, poucos são grandes importadores ou exportadores de produtos agrícolas. Esse fato demonstra a necessidade de incrementar a transparência em tema de suma importância para as negociações bilaterais de requisitos fitossanitários do comércio internacional de artigos regulamentados.

Alguns dispositivos como seguro e crédito agrícola, medidas para a proteção de interesses comum aos agricultores e melhoria das suas condições de vida estavam

correlacionadas no art. 13 do texto de 1929 da CIPV em referência ao art. 9º da Convenção Internacional de 7 de junho de 1905 e não tiveram acolhida nos textos posteriores da CIPV (Decreto nº 22.094, de 16 de novembro de 1932).

Como resultado interno dessa evolução internacional, o RDSV traz elementos importantes como a articulação institucional entre os órgãos do governo federal, como o Ministério da Fazenda e a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, para que, no momento das importações, os serviços de defesa sanitária vegetal nos portos e aeroportos sejam comunicados para realizar os exames e inspeções necessários em plantas e produtos vegetais. Além disso, como primeiro mecanismo de política pública para a defesa vegetal, o RDSV também incorporou a certificação fitossanitária em consonância com o texto da CIPV de 1929 e várias outras medidas para o controle de pragas na importação, exportação e no comércio de vegetais. Esse decreto implementou, também, a aplicação de penalidades como infrações (desde proibição de entrada até destruição de cargas) e multas (atualmente, esses valores encontram-se desatualizados e não são aplicados). Vale lembrar que, naquela época, o comércio mundial não era tão vigoroso e intenso como nos dias de hoje, em que o risco de introdução¹ e estabelecimento de pragas é maior. Mesmo assim, várias pragas geravam preocupação, pois as opções de manejo também eram mais limitadas. Naquela época não existia, de fato, o manejo integrado de pragas nem tampouco tantas opções de tratamentos quarentenários e de certificações fitossanitárias.

Os outros textos da CIPV aperfeiçoaram, atualizaram e incluíram inovações em seu conteúdo. O texto da CIPV, aprovado pela 6ª Conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) de 6 de dezembro de 1951, foi aprovado no Brasil pelo Decreto nº 51.342, de 28 de outubro de 1961. Esse texto também foi muito importante para a evolução da regulamentação fitossanitária nacional da época.

O texto da CIPV de 1951 traz em seu preâmbulo a cooperação internacional para o combate e a prevenção da introdução e disseminação de pragas e doenças dos vegetais e seus produtos. Inicia-se também, no art. 2º, a primeira abordagem sobre definições de termos, o que deu origem ao atual glossário de termos fitossanitários ou Norma Internacional de Medida Fitossanitária (Nimf nº 5). As definições naquele período ainda eram menos abrangentes do que as atuais, mas referiam-se ao que a comunidade fitossanitária internacional considerava importante para a época, como as plantas vivas e suas partes, inclusive sementes e material vegetal não processado. Outro ponto importante do texto de 1951, que se manteve nos textos seguintes, é a possibilidade de estabelecimento de acordos suplementares entre os países

¹ Introdução: a entrada de uma praga resultando no seu estabelecimento (Nimf nº 5).

membros da FAO para serem aplicados em determinadas regiões, pragas e doenças, certas plantas e produtos vegetais, e em métodos de transporte internacional de vegetais e seus produtos. Esse dispositivo ainda relaciona-se às menções da CIPV como instituição de referência em vários acordos ou entendimentos oficiais bilaterais celebrados pelo Brasil.

O art. 4º do texto de 1951 da CIPV apresenta atribuições mais precisas para as atividades do órgão nacional de defesa sanitária vegetal dos países contratantes da CIPV na época, inclusive para promover a pesquisa no campo da proteção fitossanitária. Essas atribuições, exaradas no art. 5º, eram semelhantes às aquelas do texto de 1929 e já refletiam expressões atuais como “certificado fitossanitário”, incluindo as condicionantes para sua validade internacional, e “declarações adicionais”, incluídas nesses documentos para satisfazer as exigências fitossanitárias do país importador.

Outras medidas para regular a importação de vegetais e seus produtos são citadas no art. 6º do texto de 1951. A menção aos países membros para minimizarem a interferência das ações oficiais de proteção fitossanitária no comércio internacional e intensificar a transparência dessas próprias medidas guardam ressonância com o texto atual da CIPV e do Acordo SPS (BRASIL, 2006a; BRASIL, 1994).

Os dispositivos relacionados à pesquisa, também citados no art. 6º do texto de 1951, tratam do intercâmbio de material vegetal em condições especiais e há menção, pela primeira vez, da expressão “risco” de disseminação de doenças e pragas. Essa expressão será posteriormente desenvolvida como fundamento das medidas fitossanitárias na CIPV de 1997 (FAO/CIPV, 1997; BRASIL, 2006a). No art. 7º do texto da CIPV de 1951 há menção ao Serviço Mundial de Informações Fitossanitárias da FAO; a semelhança do atual portal fitossanitário internacional hospedado na página eletrônica da CIPV (www.ippc.int).

Outra importante inovação para o alcance dos objetivos da CIPV em todo o mundo foi a criação das Organizações Regionais de Defesa Sanitária Vegetal, no art. 8º do texto de 1951, o que deu origem ao atual dispositivo sobre as Organizações Regionais de Proteção Fitossanitária, as conhecidas ORPFs, no texto mais recente da CIPV (art. 9º do Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006). O Comitê de Sanidade Vegetal do Cone Sul (Cosave) foi criado na década de 1980 com base nesse dispositivo. O Cosave atuou a partir de 1979 sob os auspícios da FAO e do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (Iica). Em 9 de março de 1989, foi oficializada a constituição desse comitê. Cabe salientar o papel importante do Cosave como órgão consultivo para a defesa sanitária vegetal no Brasil e nos países do Cone Sul. A flexibilidade do Cosave também é importante para responder às demandas internacionais da

defesa da produção vegetal de interesse da região, e fundamental para a harmonização dos requisitos fitossanitários do Mercosul, com base nas listas de pragas quarentenárias elaborada por esse órgão regional.

O texto de 1951 também traz mais detalhes do que o anterior sobre mecanismos de solução de controvérsias. Esse mecanismo não foi, até hoje, utilizado efetivamente pelos países membros da CIPV pois é voluntário, não tem poder de decisão de obrigar os membros a cumprirem suas decisões, pode ser demorado e demanda recursos financeiros. O sistema atual de solução de controvérsias permitido pela Organização Mundial de Comércio é muito mais efetivo do que qualquer outro existente em nível internacional e não apenas inclui a criação do Painel de Solução de Controvérsias, entre os membros litigantes, como pode parecer à primeira vista. Há instâncias intermediárias, como a apresentação de preocupação comercial específica, que podem ser realizadas durante qualquer uma das três reuniões anuais do Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC se as divergências forem de caráter sanitário ou fitossanitário. Além disso, as reuniões bilaterais informais entre os membros desse comitê funcionam como consulta prévia sobre preocupações comerciais específicas a serem apresentadas formalmente àquele comitê.

Um dos reflexos mais notáveis do texto da CIPV de 1951, na estrutura do Mapa na época, foi a menção às campanhas especiais para combater determinadas pragas e doenças que pudessem ameaçar a produção e que necessitassem de cooperação internacional (art. 7º do Decreto nº 51.342, de 28 de outubro de 1961). A nomenclatura “campanha” passou a ser utilizada pelo Ministério da Agricultura também para as ações de controle interno de pragas específicas. Como exemplo, cita-se, em 1957, a campanha de erradicação do gafanhoto, de competência da Divisão de Defesa Sanitária Vegetal da “Seção” de Acridiologia (Decreto nº 41.063, de 27 de fevereiro de 1957). Em 1946, o governo federal aprovou, pela Lei nº 1, de 4 de outubro de 1946, crédito para o combate ao gafanhoto e, em 1948, estabeleceu medidas de combate a essa praga (BRASIL, 1948). Esses fatos refletiam a necessidade do controle de gafanhotos em nível nacional.

O Brasil começou a trabalhar a questão dos gafanhotos na década de 1940 e em 1947 aprovou o Convênio Interamericano de Luta contra o Gafanhoto (BRASIL, 1947), firmado em Montevideú, em 19 de setembro de 1946 e promulgado pelo Decreto nº 27.302, de 12 de outubro de 1949 (BRASIL, 1949), o que também demonstra a preocupação no controle do gafanhoto em âmbito internacional e, em particular, nas regiões de fronteiras do Brasil.

Posteriormente, na década de 1990, com a aplicação do manejo integrado de pragas e as políticas públicas adequadas, essa ocorrência deixou de ter a relevância que tinha no contexto nacional. Atualmente, o Brasil auxilia países

da África no controle do gafanhoto (BRASIL, 2004a) e fornece equipamentos e auxílio técnico aos países africanos no combate a essa praga. A inter-relação da pesquisa com as ações oficiais resultou em medidas efetivas de controle em locais de reprodução das principais espécies de gafanhoto ainda no início da sua fase jovem, ou seja, quando estão mais susceptíveis e ainda não causam dano significativo. Essa estratégia minimizou o risco de disseminação e os efeitos dessa praga no País.

O cancro-cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) foi, pela primeira vez, diagnosticado no Estado de São Paulo em 1957 e no mesmo ano começaram os esforços para a sua erradicação. Porém, a campanha do cancro-cítrico foi oficializada somente em 1974, por meio do Decreto nº 75.061, de 9 de dezembro de 1974 (BRASIL, 1974). Antes disso, ocorreram ações para sua erradicação em São Paulo (SÃO PAULO, 1957) e, em 1960, o governo federal abriu crédito para a erradicação do cancro-cítrico nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso e Goiás (BRASIL, 1960). Essa campanha segue até hoje e, embora não tenha conseguido a tão esperada erradicação, mantém valoroso trabalho de erradicação e vigilância que resulta em manutenção de extensas áreas do País sem a praga, sobretudo nos pomares comerciais (COMUNICAÇÃO PESSOAL, 2007). Falta, no entanto, a criação e a notificação efetiva de áreas livres de cancro-cítrico no Brasil para facilitar a exportação de frutas cítricas. O setor de produção citrícola no Brasil especializou-se, nos últimos anos, na exportação de suco dessas frutas, havendo mercado internacional para ambos os produtos.

As campanhas fitossanitárias no Brasil, como forma de controlar pragas relevantes para a agricultura brasileira foram, posteriormente, na década de 1990, denominadas programas nacionais de prevenção e controle ou programas nacionais de erradicação e controle de pragas, conforme o caso. Alguns desses programas foram: Programa Nacional de Prevenção e Controle das Moscas-das-Frutas (PNCMF) (BRASIL, 1993a); Programa Nacional de Prevenção e Controle do Nematóide-de-Cisto-da-Soja (PNCNCS) (BRASIL, 1993b); Programa Nacional de Prevenção e Controle do Gafanhoto (PNCG) (BRASIL, 1993c); Programa Nacional de Prevenção e Controle da Vassoura-de-Bruxa (PNCVB) (BRASIL, 1993d); Programa Nacional de Prevenção e Controle da Vespa-da-Madeira (PNCVM) (BRASIL, 1993f); e Programa Nacional de Prevenção e Controle do Moko-da-Bananeira (PNCMB) (BRASIL, 1993e).

O texto da CIPV de 1951 foi um dos mais inovadores no estabelecimento de princípios e conceitos internacionais para o controle de pragas no comércio internacional. Porém, a dinâmica da agricultura e das negociações internacionais exigiu novas adaptações na defesa da produção vegetal dos países membros da CIPV e, por isso, em 1979, o texto da CIPV foi novamente revisto.

O texto da CIPV de 1979, aprovado pelo Decreto nº 318, de 31 de outubro de 1991, foi oriundo da *20ª Conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO)*, ocorrida em novembro de 1979. Nota-se a diferença do tempo transcorrido entre a aprovação desse texto e sua promulgação no Brasil. Apesar dessa diferença temporal, de forma geral, como ocorre no Brasil a partir da elaboração de novo texto da CIPV, é necessário que os países membros já iniciem a adequação de sua regulamentação fitossanitária, de sua estrutura oficial interna e da sua negociação fitossanitária. Isso ocorre para que não haja dificuldade para a assimilação das novas provisões quando elas entrarem em vigência. Como o comércio internacional é cada vez mais dinâmico e segue as regras da CIPV em relação à transação dos artigos regulamentados, quanto mais cedo as disposições aprovadas pela convenção forem incorporadas ao ordenamento interno e às negociações internacionais, mais fácil será o diálogo com os outros parceiros comerciais.

A CIPV de 1979 mantém o foco na cooperação internacional e já define a expressão “praga” em vez de “pragas e doenças”. Essa alteração originou-se da necessidade de criar clara separação entre as questões de sanidade humana e animal, daquelas relacionadas aos vegetais, e facilitou a harmonização de conceitos e a elaboração do texto do Acordo SPS (BRASIL, 1994). A finalidade da Convenção, nesse texto, é semelhante às versões anteriores e trata de assegurar ação comum e permanente contra a introdução e disseminação de pragas dos vegetais e seus produtos, além de promover medidas para o seu combate. O art. 2º da CIPV de 1979 traz mais detalhes relacionados à definição de termos fitossanitários, de forma a facilitar o seu entendimento, já que algumas definições fitossanitárias são diferentes para as mesmas palavras ou expressões, em contexto mais geral. São, então, criadas definições específicas como “vegetais”, “produtos vegetais”, “praga” e “praga de quarentena”.

No texto de 1979, o art. 4º apresenta o nome atual e as obrigações específicas das ONPFs como atribuição de cada parte contratante da CIPV. A promoção da pesquisa e a investigação ainda estão sob a atribuição da ONPF dos países e somente no próximo texto da CIPV passam a ser atribuições da parte contratante. Essa expressão “parte contratante” terá também, nesse e no próximo texto da CIPV, atribuições claras para definir os limites da ONPF e as responsabilidades dos países.

Os modelos de certificado fitossanitário foram alterados incluindo o certificado fitossanitário de reexportação. As exigências quanto às importações são mais detalhadas e incluem desde a prescrição de exigências para a importação de vegetais até a proibição de determinados produtos, passando pela inspeção, tratamento, destruição ou impedimento de entrada. A pesquisa, como os outros textos, tem dispositivo especial para facilitar o intercâmbio de material

de interesse, como vegetais e seus produtos, mas também espécies de pragas e introdução de agentes e organismos considerados benéficos para o controle biológico. Essa é a primeira vez que a expressão “organismos benéficos” aparece no texto da CIPV. A origem da Nimf n° 3 (Guia para exportação, embarque, importação e liberação de agentes de controle biológico e outros organismos benéficos) está nesse dispositivo (art. 6º, inciso 2º, alínea g do Decreto n° 318, de 31 de outubro de 1991).

Outra ênfase da CIPV de 1979 está no intercâmbio de informações, tendência que se acentua na próxima versão da CIPV. O art. 7º destaca o Serviço Mundial de Informações Fitossanitárias, responsável pelo recebimento de relatórios de existência, surto e disseminação de pragas, informações sobre métodos de controle e participação em campanhas especiais para combater pragas que exijam ação internacional. Ações para controle do gafanhoto com o Uruguai, de mosca-da-fruta com a Argentina e do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) com a Argentina e o Paraguai, são exemplos de campanhas internacionais das quais o Brasil participou. Em agosto de 1996, o controle da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock) na Região Norte do Brasil contou com o Programa Regional nos quatro países envolvidos, ou seja, Brasil, França (Guiana Francesa), Suriname e Guiana. No entanto, por falta de suporte financeiro essa cooperação não prosseguiu após 2002. Apesar disso, até hoje o Brasil mantém ações para o controle e a erradicação dessa praga na região do Estado do Amapá e nas fronteiras com os países onde a praga está presente.

Do ponto de vista interno, a principal alteração das campanhas fitossanitárias foi a mudança na sua estrutura de atuação. A maioria deixou de ter uma coordenação e uma estrutura organizacional, por praga, para ter uma estrutura organizacional única, por unidade da Federação, sob coordenação nacional. Ao invés de Comissões Executivas Estaduais (CEE) de campanhas do gafanhoto, das moscas-das-frutas, da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio* F.), do moko-dabananeira (*Ralstonia solanacearum* Smith), entre outros, foram criadas as Comissões de Defesa Sanitária Vegetal (CDSV) (BRASIL, 1998c) em cada unidade da Federação, com a finalidade de atuar em diversas ações oficiais para o controle de pragas, sob regulamentação oficial. O sistema anterior não mais comportava a quantidade de ações a serem executadas e a burocracia de nomeação ou desligamento de nomes dos participantes das várias comissões específicas, por praga. Atualmente, com a implementação do Suasa (BRASIL, 2006f), essa estrutura para o controle de praga deverá ser aperfeiçoada para contemplar a participação de toda a cadeia produtiva, desde a produção até a comercialização do produto final.

Outra ação importante nesse período foi a criação do Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) (BRASIL, 1997b; BRASIL, 1998d). Essas

normas foram atualizadas pelos seguintes dispositivos legais: Instrução Normativa nº 9, de 5 de abril de 2007; Instrução Normativa nº 55, de 4 de dezembro de 2007.

O texto da CIPV de 1979, no art. 8º, trata das Organizações Regionais de Proteção Fitossanitária, que também têm essa denominação no texto revisto e vigente da CIPV.

A solução de controvérsia continua no texto da CIPV de 1979, mas sem efeito prático, até hoje, pelas razões anteriormente explicitadas.

A última versão da CIPV foi promulgada no Brasil pelo Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006. Esse texto foi aprovado pela *29ª Conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO)*, em 17 de novembro de 1997. O texto apresenta muitas inovações em relação aos anteriores e foi proposto no sentido de adaptar a Convenção aos textos da OMC, notadamente aquele do Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias, conforme mencionado no preâmbulo do texto da CIPV de 1997. A exemplo da versão anterior, os membros da CIPV começaram a utilizar as provisões do novo texto antes de sua adoção por dois terços dos membros. Essa prática propiciou a adaptação das estruturas oficiais e uso das medidas fitossanitárias pelos países membros, conforme preconizado pelo novo texto da CIPV. Enquanto não havia um número necessário de países membros que comunicasse a adoção do novo texto, o órgão máximo da Convenção, criado na CIPV de 1997, operou de maneira interina, por sete anos, com o nome de Comissão Interina de Medidas Fitossanitárias (Cimf). A partir da adoção do novo texto, por mais de dois terços de seus membros, a CIPV de 1997 entrou em vigor e, por conseqüência, foi realizada a primeira reunião da Comissão de Medidas Fitossanitárias (CMF) na sede da FAO, em Roma, no ano de 2006, em substituição à antiga CIMF.

O Brasil novamente adaptou sua estrutura ao novo texto da CIPV. Em 2005, foi criada a nova estrutura do Mapa (BRASIL, 2005a) e nela foram inseridas partes importantes dessa nova regulamentação. Por exemplo, o órgão central da proteção de plantas no País, o Departamento de Sanidade Vegetal (DSV) não mais compartilhou sua estrutura com outros temas, além daqueles relacionados à sanidade vegetal. Anteriormente, o órgão central responsável pela proteção de plantas na estrutura do Mapa, o antigo Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal (DDIV), também era responsável pela inspeção de produtos de origem vegetal, como bebidas e vinagres, agrotóxicos, organismos geneticamente modificados, e diagnóstico laboratorial da área vegetal (incluindo análise de bebidas). Na estrutura de 2005, o Departamento de Sanidade Vegetal tem suas atribuições relacionadas unicamente à proteção vegetal, contudo, atribuições previstas no texto da CIPV, como funções de

uma ONPF, a exemplo da emissão de certificados fitossanitários ou a inspeção de cargas de vegetais e seus produtos, são delegadas a outra instância do Mapa, a Coordenação-Geral do Sistema de Vigilância Agropecuária (Vigiagro). O Vigiagro, em relação às ações de sanidade vegetal, opera com base nas legislações elaboradas pelo DSV. A Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária nº 9, de 17 de março de 2005, atribuiu ao DSV as responsabilidades e funções inerentes à ONPF do Brasil (BRASIL, 2005e). Outro órgão que tem atribuições correlacionadas à CIPV é o Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas (DFIA), que também pertence à SDA. O DFIA tem, entre as suas atribuições, programar, coordenar e promover a execução das atividades de inspeção, fiscalização e registro de agrotóxicos e afins, além da inspeção e fiscalização da produção, certificação e comercialização de sementes e mudas (BRASIL, 2005a; BRASIL, 1989; BRASIL, 2003c; BRASIL, 2004c).

Em sua estrutura atual, o DSV tem duas áreas básicas, a de proteção de plantas, ou seja, a Coordenação-Geral de Proteção de Plantas (CGPP), e a de controle de trânsito de produtos regulamentados, representada pela Coordenação de Controle de Trânsito de Vegetais (CFTV). A primeira é responsável pela análise de risco de pragas, áreas livres de pragas e programas de controle oficial de pragas no País, e a segunda, pela normatização do controle de trânsito, certificação fitossanitária, incluindo a certificação fitossanitária de origem de artigos regulamentados no trânsito interno e na importação e exportação.

Atualmente, uma das ações mais importantes da CGPP é o controle da mosca-da-carambola na região do Estado do Amapá. Essa praga, introduzida no País, em 1996, na fronteira do Brasil com a Guiana Francesa, é originária da Ásia, tendo sido introduzida inicialmente no Suriname, provavelmente, em virtude do trânsito de passageiros com frutas provenientes da Ásia. Desde aquele período o Mapa executa ações para o controle e erradicação da praga, apesar dos grandes entraves como a falta efetiva do controle da mosca na Guiana Francesa, fronteira com o Brasil no Estado do Amapá, cujo limite é o Rio Oiapoque. O Decreto nº 2.226, de 19 de maio de 1997, trata dessa praga e é o principal instrumento de apoio para o seu controle no País (BRASIL, 1997). Até hoje a mosca-da-carambola encontra-se restrita ao Estado do Amapá e é monitorada em todas as unidades da Federação para garantir a existência de áreas livres e o controle oficial necessário para a certificação fitossanitária.

Outro item importante desse período na política nacional de defesa da produção vegetal é a estruturação da área de análise de risco de pragas. Esse setor vem sendo reforçado e reestruturado ao longo do tempo. Em 1995, o Brasil, por meio da Portaria nº 641, de 3 de outubro de 1995, adotou a Resolução Única da 5ª Reunião do Conselho de Ministros do Comitê de Sanidade Vegetal

do Cone Sul (Cosave), de 12 de junho de 1995 (BRASIL, 1995). Essa portaria já leva em consideração os acordos firmados pelo Brasil, em 1994, em relação às suas obrigações com o Acordo SPS da OMC, no que diz respeito à justificativa técnica das medidas fitossanitárias. A Portaria nº 641, de 3 de outubro de 1995, adotava, àquela época, padrões para:

- a) Princípios para a regulamentação das pragas de qualidade (nocivas) no comércio regional.
- b) Diretivas para a Análise de Risco de Pragas (ARP).
- c) Diretivas para o reconhecimento de Área Livre de Pragas (ALP).
- d) Listas de pragas de importância quarentenária.
- e) Requisitos técnicos para o registro de substâncias ativas (grau técnico).
- f) Requisitos para o registro de produtos formulados.
- g) Tipos de formulações para o registro de produtos fitossanitários.

Assim, essa portaria representa o início da estruturação e implementação no Brasil de algumas das inovações que modificariam definitivamente a defesa da produção vegetal no País, tais como a regulamentação para a ARP e para a ALP. No que se refere à ARP, as diretivas dessa portaria estão vigentes até hoje, porém, sua implementação passou por diversos aprimoramentos, principalmente, entre os anos de 1999 a 2005 (BRASIL, 1999b; BRASIL, 2002c; BRASIL, 2002d; BRASIL, 2002e; BRASIL, 2005f). Em 1999, as ARPs eram realizadas para todos os produtos vegetais que não tivessem requisitos fitossanitários estabelecidos e que não fossem tradicionalmente importados pelo Brasil (BRASIL, 1999b). No início de 2002 as ARPs passaram a ser exigidas para qualquer produto vegetal, de qualquer país, independentemente de histórico de importação seguro ou não, e independentemente de ter requisitos fitossanitários estabelecidos (BRASIL, 2002c). Contudo, ainda no final de 2002, em função de preocupações no Comitê SPS apresentadas pelo Canadá e Estados Unidos da América e apoiados pela Austrália, Comunidade Européia, Nova Zelândia e Peru (WTO, 2003; G/SPS/R/28), o Brasil modificou novamente o escopo das ARPs e o redirecionou para produtos que não eram tradicionalmente importados (BRASIL, 2002d; BRASIL, 2002e). Em 2005, o Brasil, por meio da Instrução Normativa nº 6, reformulou mais uma vez a regulamentação para a ARP e as análises passam a ter foco no risco apenas de produtos novos para o mercado brasileiro, provenientes de novas origens, novos usos e que não fossem tradicionalmente importados (BRASIL, 2005f). Essa reformulação de 2005 também contemplou a harmonização dos requisitos fitossanitários do Mercosul para produtos de categorias de risco fitossanitário “zero” e “um” (BRASIL, 2004b) que envolvem produtos processados, os quais

passam a ser dispensados de ARP. Até julho de 2007, o Brasil já possuía cerca de 500 produtos com requisitos fitossanitários estabelecidos, com base em ARP ou justificativa técnica científica, o que diminui os riscos de introdução de pragas regulamentadas no Brasil. Essas disposições atendem plenamente às determinações da CIPV e do Acordo SPS sendo, portanto, fator de inovação que contribuiu para a defesa da produção vegetal brasileira.

Em relação às Áreas Livres de Pragas (ALP), a Portaria nº 641 de 1995 também foi relevante e as primeiras ALPs foram implantadas no Brasil nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará em 2003, para a praga *Anastrepha grandis* Macquart. Posteriormente, outras áreas livres foram implantadas para *Mycosphaerella fijiensis* Morelet em vários estados. A implantação de ALP facilitou o comércio de produtos agrícolas e, embora tenha sido importante inovação da defesa da produção vegetal, ainda tem grande potencial para que novas ALPs sejam implantadas. Como exemplo desse potencial, citam-se as pragas quarentenárias de ocorrência restrita (quarentenárias A2) que estão sob controle oficial, como é o caso da *Bactrocera carambolae*, da *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* e da *Cydia pomonella* L. Falta apenas a integração de ações para cumprir as exigências de oficialização dessas áreas como ALPs. Contudo, o maior desafio para a implantação das áreas livres de pragas é o reconhecimento dessas áreas pelos países importadores o que, muitas vezes, é demasiadamente lento. Nesse aspecto, o Brasil tem atuado fortemente no Comitê SPS e na CIPV para que esse tipo de reconhecimento seja regulamentado, internacionalmente, o mais rápido possível (FAO/CIPV, 2005; WTO, 2006a; WTO, 2006b) não só em seus aspectos técnicos, no âmbito da CIPV, mas também nos administrativos, no âmbito do Comitê SPS.

A aplicação do texto atual da CIPV não se restringe a plantas e seus produtos mas, como no texto anterior, aos locais de armazenamento, de embalagens, aos meios de transporte, contêineres, solo e todo organismo, objeto ou material capaz de abrigar ou disseminar pragas, em particular, quando envolver o comércio internacional. Essa aplicação ampla foi explicitada no art. 1º e também no art. 2º que trata das definições, quando se refere a artigo regulamentado. Termos e expressões específicos do texto da CIPV de 1997 são definidos no art. 2º. Esses termos e expressões aumentaram de quatro, na CIPV de 1979, para 19 na CIPV de 1997. Conforme mencionado, as definições do art. 2º serão posteriormente enriquecidas, com novas definições, a partir da Nimf nº 5, que é o glossário de termos fitossanitários. Para atualizar periodicamente essa Nimf, em 2006 foi criado o Painel Técnico do Glossário de Termos Fitossanitários, vinculado ao Comitê de Normas da CIPV.

As atribuições do órgão oficial de proteção de plantas dos países membros da CIPV também foram ampliadas para a proteção fitossanitária da flora

silvestre e a realização de análise de risco de pragas. Além disso, a inspeção de cargas ficou menos restrita ao comércio internacional e foi vinculada à inspeção de artigos regulamentados com o objetivo maior de prevenir a introdução de disseminação de pragas (art. 4º no texto da CIPV de 1979 e art. 4º no texto da CIPV de 1997).

Outra alteração importante e que afetou a relação dos países com a CIPV foi a criação do Secretariado da Convenção como o ponto de contato preferencial e não mais com o Diretor-Geral da FAO. Esse fato contribui para atuação mais efetiva da CIPV, ORPFs e ONPFs.

A certificação internacional, prevista no art. 5º da CIPV de 1997, também trouxe inovações como a possível versão eletrônica do certificado fitossanitário e sua conformidade às normas internacionais pertinentes. Os modelos de certificados fitossanitários – Certificado Fitossanitário (CF) e Certificado Fitossanitário de Re-exportação (CFR) – anexos ao novo texto, estão mais objetivos e também, como no texto da CIPV de 1991, condicionam o comércio internacional de artigos regulamentados ao acompanhamento dos certificados harmonizados pela CIPV. As declarações adicionais exigidas pelos países importadores para constarem nos certificados fitossanitários devem estar restritas ao tecnicamente justificado e não mais ao mínimo possível.

Outra inovação da CIPV de 1997 é a expressão “pragas regulamentadas”, que inclui as pragas quarentenárias e as pragas não-quarentenárias regulamentadas. O conceito de pragas não-quarentenárias regulamentadas aplica-se somente para material de propagação, incluindo sementes, bulbos, tubérculos e vários outros tipos de material de propagação vegetativa, que pode ser toda a planta ou parte da planta. Assim, o novo texto esclarece que medidas fitossanitárias contra as pragas não-regulamentadas não podem ser exigidas no comércio internacional (art. 6º, inciso 2º da CIPV de 1997). Cabe salientar que praga não regulamentada, no âmbito da CIPV de 1997, não significa uma praga que não seja objeto de regulamento oficial no País onde ocorre mas, sim, aquela que não atende à definição de praga regulamentada (art. 2º da CIPV de 1997).

Exemplos de praga não regulamentada, de acordo com a CIPV, são as moscas-das-frutas presentes no País, exceto a mosca-da-carambola (*B. carambolae*) e as moscas-das-curcubitáceas (*A. grandis*). Atualmente, as outras moscas-das-frutas, em geral, não têm o controle oficial exigido quanto à sua dispersão no País, ou seja, estão amplamente distribuídas e não há controle oficial em áreas onde potencialmente não ocorrem (SILVA, 2000). Esse fato se dá pela dificuldade atual em controlar a dispersão dessas pragas por meio de armadilhas, inspeções e controle de trânsito de material hospedeiro. Também não é tecnicamente justificado exigir certificações sobre as moscas-das-frutas

em material de propagação. Nesse sentido, as moscas-das-frutas, exceto aquelas com controle oficial e não amplamente distribuídas, não se enquadram na definição de praga regulamentada.

As disposições sobre importação no texto da CIPV de 1997 mencionam as medidas fitossanitárias que as partes contratantes podem adotar, inclusive a proibição da importação ou a entrada de artigos regulamentados que estejam sem a conformidade exigida (maiores detalhes sobre não conformidade, ver Nimf n° 13 – Guia para notificação de não conformidade e ações de emergências). Nota-se que não se menciona somente vegetais ou seus produtos, mas cargas em geral, fato que, em conjunto com a definição de artigo regulamentado, abriu caminho para a regulamentação internacional, por exemplo, das embalagens de madeira no comércio internacional (Nimf n° 15 – Guia para regulamentação de material de embalagens de madeiras no comércio internacional).

Existem várias disposições no art. 7º do texto de 1997 quanto ao comprometimento das partes contratantes para estabelecer e atualizar a sua lista de pragas regulamentadas, com nomes científicos, com vistas a colocá-la à disposição do Secretariado da CIPV, das Organizações Regionais de Proteção Fitossanitária e das outras partes contratantes que a solicitem. No Brasil, a Instrução Normativa n° 52, de 20 de novembro de 2007, oficializou a lista de pragas quarentenárias.

Cabe salientar que a lista de pragas, notadamente a que especifica as pragas quarentenárias, é de suma importância para os países, pois indica os principais organismos que são considerados de maior risco fitossanitário e para os quais são elaboradas as restrições fitossanitárias expressas em declarações adicionais exigidas pelos países importadores, nos certificados fitossanitários que acompanham as exportações. Por exemplo, no caso dos países membros do Cosave, as harmonizações de requisitos fitossanitários no âmbito do Mercosul tomam como base as listas de pragas quarentenárias dos países membros daquele comitê. A partir da comparação e da discussão das listas de pragas dos países, são elaborados os requisitos fitossanitários, com as respectivas declarações adicionais, harmonizados no Mercosul de acordo com os vegetais ou seus produtos, seus usos propostos e classificação de risco fitossanitário (Instrução Normativa n° 23, de 2 de agosto de 2004).

O Chile, apesar de não ser membro do Mercosul, integra o Cosave. Esse país tem sua lista de pragas quarentenárias reconhecida e considera, por sua vez, as listas de pragas dos outros países do Cosave. Dessa forma, torna-se muito mais célere a discussão bilateral com o Chile para definir as exigências fitossanitárias para a exportação de seus produtos a outros países da região, mesmo não sendo membro do Mercosul. Esse exemplo mostra a importância do reconhecimento da lista de pragas regulamentadas para o comércio internacional e para as discussões bilaterais com vistas à abertura de mercados.

As disposições especiais para o trânsito internacional de artigos regulamentados destinados à pesquisa científica e ensino são mantidas no texto da CIPV de 1997. No entanto, outras disposições internacionais foram criadas como, por exemplo, a Convenção de Diversidade Biológica (CDB, 1992), e resultaram em exigências adicionais para a troca desse tipo de material científico (Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998). O Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura no âmbito da FAO (FAO, 2001; MAPA, 2007) deverá, também, influenciar esse aspecto de forma positiva. As regulamentações internacionais têm se tornando mais complexas e influenciam cada vez mais o interesse da pesquisa científica internacional em relação ao uso dos recursos genéticos de origem vegetal.

Outras inovações importantes da CIPV de 1997 estão relacionadas ao termo “tecnicamente justificado”, às disposições relacionadas à transparência e à cooperação. Essas inovações são oriundas do Acordo SPS da OMC e indicam a crescente necessidade de negociações bilaterais, regionais ou multilaterais. O fornecimento e solicitação de informações com base nas disposições internacionais são mecanismos obrigatórios em relação às medidas sanitárias e fitossanitárias que afetam o comércio internacional. O principal exemplo desse fato é o sistema de notificação do Acordo SPS. O Mapa, em 2005, criou o Departamento de Assuntos Sanitários e Fitossanitários (Dasf) na nova Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio (BRASIL, 2005a), para satisfazer essas exigências, organizar as inúmeras negociações no âmbito sanitário e fitossanitário e orientá-las para a obtenção de resultados concretos para o interesse do País. Como resultado dessa reestruturação do Mapa, o Brasil, em 2005, passou de 14º para o 2º país quanto ao número de notificações ao Comitê SPS da OMC (Fig. 1 e 2).

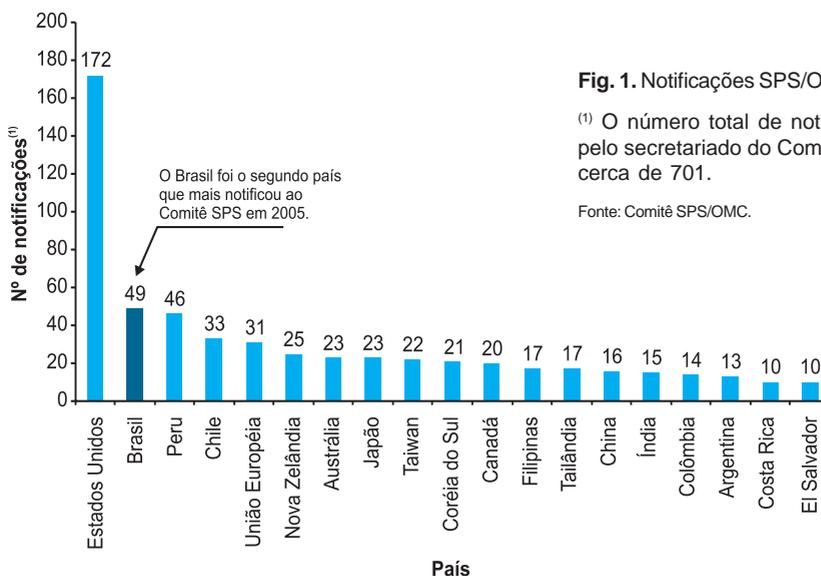


Fig. 1. Notificações SPS/OMC, totais por país – 2005.

⁽¹⁾ O número total de notificações SPS divulgadas pelo secretariado do Comitê SPS/OMC em 2005 foi cerca de 701.

Fonte: Comitê SPS/OMC.

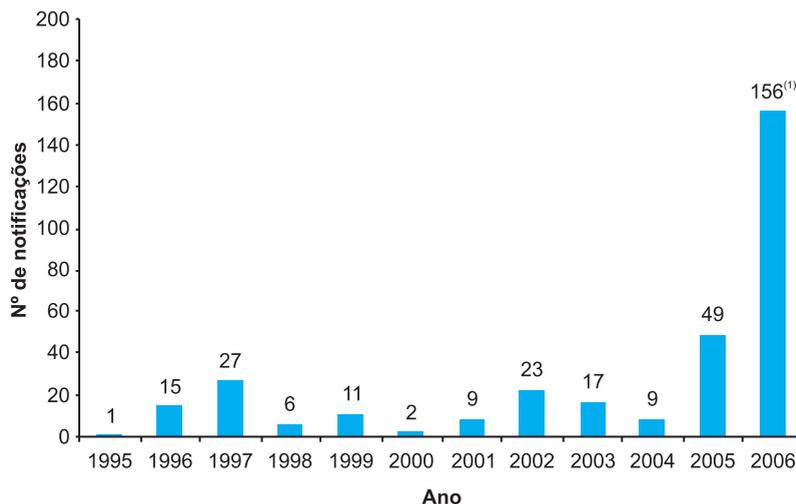


Fig. 2. Notificações brasileiras no Comitê SPS/OMC (inclui notificações dos tipos normal, adendo, correção, revisão geral e trabalho).

⁽¹⁾ Em 2006 foram divulgadas, pelo secretariado do Comitê SPS/OMC, 1.324 notificações. Os países que mais notificaram foram: 1º) Estados Unidos da América, com 400 notificações (30 %); 2º) Brasil, com 156 notificações (12 %); 3º) União Européia, com 57 notificações (4 %); e 4º) Outros países, inclui notificações de outros países, do secretariado e de outras organizações internacionais.

Fonte: Comitê SPS/OMC.

Outras disposições inovadoras no texto da CIPV de 1997, e que tiveram impacto na política de defesa da produção vegetal brasileira, referem-se às ORPFs, que têm atribuições específicas relacionadas às Nimfs, como as consultas técnicas periódicas para promover a elaboração e utilização dessas normas e a harmonização das medidas fitossanitárias no âmbito inter-regional. As consultas técnicas anuais das ORPFs são importante fórum para tomada de posição sobre o andamento da CIPV. O Brasil já hospedou duas dessas consultas regionais, com a presença das principais ORPFs existentes, uma em Brasília, em 1997, e a outra em Araraquara, São Paulo, em 2005.

Os artigos 10º e 11 da CIPV de 1997 tratam, respectivamente, de duas inovações importantes no âmbito da Convenção: o primeiro, das Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (s) e o segundo, da Comissão de Medidas Fitossanitárias.

Quanto ao art. 10º, o Brasil tem participado ativamente do processo de elaboração das normas internacionais – principalmente no âmbito do Comitê de Normas – e em alguns grupos de trabalho de especialistas ou nos painéis técnicos. Das 29 Nimfs existentes, o Brasil participou da elaboração, nos grupos de trabalho, de sete Nimfs, além de coordenar a elaboração da Nimf 26 (Estabelecimento de áreas livres de moscas-das-frutas – Tephritidae), coordenar o *Painel Técnico de Moscas-das-Frutas* e participar do Comitê de Normas como representante da América Latina e Caribe, desde a criação desse Comitê.

Quanto à CMF, antiga Cimf, órgão máximo da CIPV, o Brasil, por meio do Mapa e de sua Representação na FAO, participou de todas as suas reuniões, de forma ativa.

As atividades do Brasil na CIPV resultaram na participação do País no Grupo dos Sete, do Comitê de Normas, como representante de uma das sete regiões da FAO no mundo (América Latina e Caribe) e também fizeram com que o País fosse um dos escolhidos para receber missão da FAO para avaliação da CIPV no ano de 2006.

A criação do cargo de Secretário da CIPV, conforme especificado no art. 12, também foi importante para a implementação da Convenção e das disposições oriundas da CMF, como a divulgação das Nimfs, das listas de pragas regulamentadas, dos pontos de ingresso de artigos regulamentados das partes contratantes e outras informações das ONPFs.

O art. 13 do texto da CIPV de 1997, sobre solução de controvérsias, apesar da criação de grupo de trabalho específico e contar com disposições elaboradas para essa finalidade, não teve ainda nenhuma aplicação prática relativa a esse dispositivo. Esse fato demonstra que os países membros preferem utilizar outros instrumentos para a solução de suas diferenças. O Brasil tem utilizado muito as reuniões bilaterais com seus principais parceiros e, ultimamente, com a criação da nova estrutura do Mapa, foi otimizado o uso das disposições do Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC para as negociações internacionais. As disposições do Acordo SPS são gerenciadas pelo Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC, em Genebra. Três vezes ao ano, durante as reuniões do citado comitê, é possível utilizar as facilidades de contato com representantes dos 151 países presentes para discutir de forma bilateral, ou em grupo, os temas sanitários e fitossanitários de maior interesse. Em caso de maior dificuldade de negociação, pode ser proposta, durante a reunião do Comitê, preocupação comercial específica para relatar casos de descumprimento do Acordo SPS nas relações comerciais. Exemplo desse fato foi a reclamação feita pela delegação do Brasil durante a 27ª reunião, em 2003, quanto à demora do Japão em autorizar a importação de manga (*Mangifera indica* L.) com tratamento hidrotérmico para o controle de moscas-das-frutas (WTO, 2003a; WTO, 2004). Outros exemplos são (WTO, 2004; WTO, 2003b; WTO, 2002): manga e mamão (*Carica papaya* L.) para a Austrália (preocupações dos Estados Unidos da América e apoio de vários países, inclusive o Brasil) e citrus para a Comunidade Européia (cancro-cítrico: apoio do Brasil às preocupações da Argentina).

Outra inovação do texto da CIPV de 1997 e que não constava dos textos anteriores refere-se ao uso de pelo menos um dos idiomas oficiais da FAO (inglês, espanhol, francês, árabe ou chinês) para a troca de informações,

conforme o art. 19. O Brasil, em geral, utiliza o inglês nas suas participações oficiais na CMF ou no Comitê de Normas, e o idioma espanhol tem sido utilizado como segunda opção.

A assistência técnica também ganhou destaque no texto de 1997, principalmente para o apoio aos países em desenvolvimento, seja por meio bilateral ou de organizações internacionais apropriadas. Sobre esse tema a FAO executa importantes ações, como a aplicação de programa de avaliação da capacidade fitossanitária dos países – o chamado PCE (*phytosanitary capacity evaluation*). Outro item de interesse do Brasil nesse tópico é a cooperação técnica prestada pela CIPV quanto à ARP de *Microcyclus ulei* (P. Henn.) Arx. (agente causador do mal-das-folhas-da-seringueira) para países do Sudeste Asiático, a fim de verificar a base técnica da manutenção de proibir a importação de frutas do Brasil por causa do risco de introduzir aquela praga, naqueles países, por meio de frutas brasileiras. Do ponto de vista brasileiro, essa restrição é injustificada, pois nenhum fruto comercializado é hospedeiro do citado fungo, nem tampouco há registros no mundo de qualquer tipo de associação dessa praga a frutos. Essa cooperação está em fase de conclusão e, possivelmente, no final de 2008, haverá uma decisão que poderá alterar a proibição às exportações de frutas da América Tropical para aquela região.

As inovações da defesa da produção vegetal no Brasil, desde 1929 até os dias de hoje, estiveram profundamente relacionadas à dinâmica de mudanças e transformações da CIPV e, em certos momentos, as questões nacionais e internacionais de defesa da produção vegetal são tão semelhantes, que se confundem. Contudo, essas novas disposições ainda são pouco conhecidas de grande parte dos agentes econômicos e mais ainda do setor acadêmico nacional relacionado à defesa da produção vegetal. Com maior divulgação e conhecimento das disposições da CIPV e também do Acordo SPS, o País, certamente, terá condições de melhor proteger sua flora nativa e seus cultivos comerciais, implementar linhas de pesquisa, de grande utilidade, além de conseguir maior destaque no comércio internacional de artigos regulamentados.

Visão de futuro

A palavra-chave para a defesa da produção vegetal no futuro é integração. A integração na defesa da produção vegetal pressupõe a inter-relação das ações de proteção de plantas com as de inocuidade alimentar e proteção do meio ambiente, de forma prioritária, mas também com temas econômicos e sociais. Tomada de decisões que objetivem essa integração é a forma mais eficaz de aumentar a velocidade das inovações. Pressupõe, também, capacidade e agilidade técnica e científica de países com objetivos semelhantes para atuarem

de forma conjunta e harmonizada nos diversos fóruns internacionais. Essa ação integrada visa proteger a produção vegetal com medidas que impeçam a introdução de pragas regulamentadas e, ao mesmo tempo, impedir a aplicação de medidas injustificadas ou em desrespeito aos acordos estabelecidos. Em suma, a defesa da produção vegetal no futuro deverá contemplar a sanidade do vegetal para o seu uso proposto. Assim, além de medidas relativas à presença de pragas, no artigo regulamentado, o resultado da ação de controle fitossanitário não deverá prejudicar o uso proposto do vegetal, ou seu produto, para consumo humano ou animal, nem contribuir, de forma significativa, para o desequilíbrio ambiental ou prejudicar a viabilidade econômica da produção. A defesa da proteção vegetal deverá, também, ter registro das medidas tomadas, para garantir o resultado esperado na produção vegetal, de forma a atender a certificação requerida ou defender essa produção nos fóruns internacionais. Exemplo desse fato são os crescentes requisitos de rastreabilidade no comércio de vegetais e seus produtos.

A qualidade intrínseca dos vegetais, como base da cadeia alimentar, afeta a qualidade da alimentação humana e dos animais. Os resíduos de agrotóxicos utilizados para o controle de pragas, ou mesmo a presença de micotoxinas, entre outros compostos prejudiciais à saúde humana ou animal, em razão do pouco controle da cadeia produtiva dos vegetais, afetam significativamente o uso proposto desses produtos. Padrões de identidade e qualidade de produtos vegetais podem, também, ser afetados por ação de pragas como efeito de sua ação sobre o vegetal. Exemplo é a presença de *Guignardia citricarpa* Kiely, conhecida como pinta-preta em frutas cítricas. Para enfrentar essa questão, os órgãos oficiais de regulamentação dos aspectos da inocuidade, ou de padrões de identidade e qualidade, são cada vez mais exigentes no cumprimento e na fixação de novos parâmetros como limites máximos, sejam de resíduos químicos ou de resíduos biológicos, ou de padrões de qualidade em vegetais e seus produtos. Essas exigências se traduzem, na prática, em critérios e padrões de conformidades da cadeia produtiva até a distribuição do produto ao consumidor final. Nesse contexto, as ações para a defesa da produção dos vegetais, que possam afetar a sua destinação futura, são informações fundamentais a serem prestadas ao consumidor ou para atender regulamentação oficial ou de entidades privadas, como o Euro-Retail Produce Working Group/Good Agricultural Practice (EurepGap) ou a Organização Internacional de Normalização (ISO), apesar do conflito que essas normas privadas podem gerar em relação às normas multilaterais, como as da CIPV, Codex e OMC. Essa informação deve ser traduzida na forma de manter a rastreabilidade do produto para identificar pontos que representem risco de contaminação, infestação ou diminuição da qualidade, seja por resíduos de agrotóxicos, micotoxinas ou pela presença de pragas. Nesse

contexto, a definição do termo “fitossanitário”, que está, atualmente, relacionado à presença de pragas nos vegetais e seus produtos, deverá, no futuro, ser reavaliada, levando em consideração os aspectos relacionados às pragas, como o resíduo de agrotóxico utilizado para seu controle e a presença de micotoxinas, ou seja, aqueles aspectos relativos à inocuidade e à qualidade dos vegetais e seus produtos, levando em consideração determinado uso proposto. Atualmente, a definição de praga inclui os organismos produtores de micotoxinas, mas a definição de pragas regulamentadas restringe a ação das estruturas oficiais de proteção de plantas quanto a esse aspecto. Por outro lado, o Codex Alimentarius trata desse tema, mas somente quanto ao efeito dessas pragas em produtos vegetais, ou seja, as micotoxinas presentes nesses produtos. Da mesma forma, também o impacto no ambiente dos processos que levaram à obtenção do vegetal considerado saudável deverá ser considerado.

O conhecimento dessas tendências pelos que trabalham na política de proteção de plantas, bem como na pesquisa, poderá facilitar o atingimento de objetivos comuns como o de ter plantas protegidas de pragas e em conformidade com as exigências dos que se alimentam ou utilizam de seus produtos ou subprodutos. Exemplo dessa tendência é o limite máximo de resíduo de agrotóxicos ser o limite de detecção do método analítico existente como requisito para o comércio de alguns vegetais (WTO, 2005). Exemplo de ação integrada na área sanitária, fitossanitária e ambiental é o trabalho realizado pelo Central Science Laboratory (CSL), localizado na Cidade de York, no Reino Unido (www.csl.gov.uk) em que estão integradas atividades de análises fitossanitárias, sanitárias e ambientais, de forma a otimizar os fatores para a proteção da saúde humana, da sanidade animal e vegetal, incluindo a proteção ao meio ambiente.

Com o aumento da preocupação com a preservação ambiental, as ações de proteção de plantas precisam levar em consideração aspectos relacionados aos impactos ambientais. O Memorando de Entendimentos entre as Secretarias da CIPV e da Convenção de Diversidade Biológica é prova dessa consideração (CBD; IPPC, 2004) em nível internacional e que deverá impulsionar entendimentos dessas áreas nos países membros da CIPV. Outra prova e resultado desse entendimento são as considerações de impacto ambiental para os procedimentos de análise de risco de pragas, conforme o Suplemento da Nimf nº 11 sobre esse tema. As ações para a contenção das espécies exóticas invasoras ou das pragas quarentenárias, do ponto de vista da proteção de plantas, ou para o controle transfronteiriço de pragas, ou ainda o efeito de mudanças climáticas na ação de pragas em vegetais, são também áreas que indicam a necessidade urgente de integração da defesa da produção vegetal com a proteção ambiental (FAO, 2008; FAO, 2007). O Protocolo de Cartagena sobre o trânsito transfronteiriço de organismos geneticamente

modificados também é um instrumento internacional que integra o tema fitossanitário com o ambiental (BRASIL, 2006g; CBD, 2000). A contenção de pragas exóticas no Brasil, com o apoio dos órgãos ambientais, deverá ser mais freqüente e trazer melhores resultados para a manutenção do status fitossanitário nacional e evitar a entrada de espécies exóticas invasoras, previstas pela Convenção de Diversidade Biológica (CDB) em seu art. 8º (h) (CBD, 1992). Ações de defesa da produção vegetal para aumentar a fixação de carbono também serão muito mais importantes no futuro. A contribuição do plantio direto como prática incorporadora de carbono deverá ser mais difundida e, possivelmente, ser reconhecida internacionalmente como mecanismo apto a participar do mercado mundial de aquisição de carbono. Outro exemplo de contribuição da pesquisa agropecuária para a defesa da produção vegetal, que deverá ganhar mais importância no futuro, são as propostas de práticas para o controle de pragas na produção orgânica.

Do ponto de vista econômico, quanto mais importante a atividade de produção vegetal no País, mais significativa se torna sua proteção do ponto de vista fitossanitário. Por exemplo, as culturas de importância para a produção de energia, como a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), deveriam ser estratégicas para a proteção de plantas no Brasil. A partir dessa percepção, a pesquisa deverá dar suporte para minimizar potenciais riscos à produção dos vegetais considerados estratégicos para a economia do País.

Também do ponto de vista social verifica-se a necessidade da política de defesa dos vegetais priorizar espécies que são de maior impacto social para o Brasil. Inovações para a produção de cultivos intensivos com mão-de-obra, existentes em todo o País e importantes do ponto de vista social, como a fruticultura, horticultura e floricultura, são oportunidades de integração e cooperação para a pesquisa agropecuária.

O comércio internacional é outra vertente da importância econômica da defesa da produção vegetal. Manter e implementar o acesso dos vegetais e seus produtos no comércio internacional são requisitos intrínsecos das Nimfs, que se fundamentam nos princípios do Acordo SPS da OMC. Participar e seguir com atenção a evolução da CIPV, do sistema de elaboração de normas da CIPV e do Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC é fundamental para os órgãos de regulamentação que atuam na área, como também para a pesquisa agropecuária manter-se no foco do interesse internacional e de inserção do País no mercado internacional. A atenção e sintonia com as ações desses dois fóruns internacionais contribuem para aumentar a velocidade e a utilidade das inovações, bem como para garantir os interesses da defesa da produção vegetal nos fóruns internacionais. Além disso, essa atenção e sintonia são guias para auxiliar na tomada de decisões em direção às inovações para a defesa da produção vegetal.

O futuro da defesa da produção vegetal, tanto no Brasil como no restante do mundo, estará cada vez mais integrado com os conceitos de inocuidade alimentar, proteção do meio ambiente e atuação nos fóruns internacionais. A defesa da produção vegetal tem se tornado cada vez mais importante pelo seu crescente reconhecimento como fundamento da qualidade da cadeia alimentar dos humanos e dos animais, como elo para a preservação da sanidade, de maneira geral, como garantidora de importante parcela da produção de energia, como componente da qualidade ambiental e, finalmente, do comércio dos vegetais e seus produtos.

Ao mesmo tempo a produção e o comércio de vegetais representa aspecto fundamental para a economia e para a sustentabilidade global, tanto para países exportadores como para países importadores de alimentos, fibras e energia. Isso coloca a defesa da produção vegetal, no seu senso amplo (incluindo a qualidade e a inocuidade dos alimentos, como citado no parágrafo anterior), em patamar de destaque. Com isso, os governos precisam investir e intensificar a defesa de sua produção vegetal. O Brasil, em suas leis orçamentárias anuais entre os anos de 1996 a 2007 destinou, por meio do Mapa, para a defesa agropecuária (defesa da produção animal e vegetal), recursos de R\$ 1,6 bilhão¹ (SDA, 2007), sendo que, desse total, cerca de R\$ 960 milhões foram efetivamente aplicados em ações de defesa da produção vegetal em todo o País. Contudo, esses valores ainda são bastante tímidos diante da importância econômica da produção agropecuária para o Brasil. Não apenas os recursos destinados a essa área são importantes mas, também a forma de ação integrada dos vários agentes que atuam na cadeia alimentar, de fibras e de produtos energéticos oriundos de vegetais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos servidores do Mapa que colaboraram com a edição deste capítulo, especialmente Hudson Galvani da Silva Amarilla, Denize de Fátima Borgatto e demais servidores do Departamento de Assuntos Sanitários e Fitossanitários (Dasf) da Secretaria de Relações do Agronegócio e do Departamento de Sanidade Vegetal (DSV) da Secretaria de Defesa Agropecuária – em especial dr. José Geraldo Baldini Ribeiro – e da Biblioteca Nacional de Agricultura (Binagri).

Referências

BRASIL. Decreto Lei nº 1355, de 30 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União** de 31 de dezembro de 1994, Seção 1, p. 21.394. 1994.

¹ US\$ 906 milhões; valor do dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766

- BRASIL, Portaria nº 106 de 14 de novembro de 1991. **Diário Oficial da União** de 20 de novembro de 1991, Seção 1, p. 26.246. 1991.
- BRASIL. Decreto nº 2.226, de 19 de maio de 1997. **Diário Oficial da União** de 20 de maio de 1997, Seção 1, p. 10.333. 1997.
- BRASIL. Decreto nº 51.342, de 28 de outubro de 1961. **Diário Oficial da União** de 13 de novembro de 1961, Seção 1, p. 10.021. 1961.
- BRASIL. Decreto Legislativo nº 3, de 9 de julho de 1947. **Diário Oficial da União** de 11 de julho de 1947, Seção 1, página 9.323. 1947.
- BRASIL. Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934. **Coleção de Leis do Brasil de 1934**, Livro 2, p. 555. 1934.
- BRASIL. Decreto nº 5.741 de 30 de março de 2006. **Diário Oficial da União** de 31 março de 2006, Seção 1, p. 82. 2006f.
- BRASIL. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. **Diário Oficial da União** de 17 de março de 1998, Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Decreto nº 22.094, de 16 de novembro de 1932. **Coleção de Leis do Brasil**, 31 de dezembro de 1932, p. 144. 1932.
- BRASIL. Decreto nº 27.302, de 12 de outubro de 1949. **Diário Oficial da União** de 17 de outubro de 1949, Seção 1, p. 14.745. 1949.
- BRASIL. Decreto nº 41.063, de 27 de fevereiro de 1957. **Diário Oficial da União** de 9 de março de 1957, Seção 1, p. 5.425. 1957.
- BRASIL. Decreto nº 5.351, de 21 de janeiro de 2005. **Diário Oficial da União** de 24 de janeiro de 2005, Seção 1, p. 1. 2005a.
- BRASIL. Decreto nº 5.705, de 16 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União** de 17 de fevereiro de 2006, Seção 1, p. 3. 2006g.
- BRASIL. Decreto nº 5.759, de 17 de abril de 2006. **Diário Oficial da União** de 18 de abril de 2006, Seção 1. 2006a.
- BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. **Diário Oficial da União** de 26 de julho de 2004, Seção 1, p. 6. 2004c.
- BRASIL. Decreto nº 75.061, de 9 de dezembro de 1974. **Diário Oficial da União** de 10 de dezembro de 1974, Seção 1, p. 14.017. 1974.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 37 de 17 de novembro de 2006. **Diário Oficial da União** de 20 de novembro de 2006, Seção 1, p. 3. 2006d.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 55, de 4 de dezembro de 2007. **Diário Oficial da União** de 4 de dezembro de 2007, Seção 1, p. 7. 2007b.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 9 de 5 de abril de 2007. **Diário Oficial da União** de 1º de abril de 2007, Seção 1, p. 10. 2007a.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 15 de dezembro de 1998. **Diário Oficial da União** de 16 de dezembro de 1998, Seção 1, p. 32. 1998a.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 14, de 05 de maio de 2005. **Diário Oficial da União** de 16 de maio de 2005, Seção 1, p. 3. 2005d.
- Brasil. Instrução Normativa nº 16, de 14 de novembro de 2003. **Diário Oficial da União** de 20 de novembro de 2003, Seção 1, p. 16. 2003b.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 16, de 29 de dezembro de 1999. **Diário Oficial da União** de 30 de dezembro de 1999, Seção 1, p. 33. 1999a.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 23, de 2 de agosto de 2004. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 2004, Seção 1, p. 27. 2004b.

- BRASIL. Instrução Normativa nº 34, de 27 de março de 2002. **Diário Oficial da União** de 28 de março de 2002, Seção 1, p. 5. 2002c.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 36, de 10 de novembro de 2006. **Diário Oficial da União** de 14 de novembro de 2006, p. 3. 2006c
- BRASIL. Instrução Normativa nº 36, de 10 de novembro de 2006. **Diário Oficial da União** de 14 de novembro de 2006, Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 52, de 20 de novembro de 2007. **Diário Oficial da União** de 21 de novembro de 2007, Seção 1, p. 31.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 5, de 16 de março de 1999. **Diário Oficial da União** de 18 de março de 1999, Seção 1, p. 19. 1999b.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 59, de 21 de novembro de 2002. **Diário Oficial da União** de 26 de novembro de 2002, Seção 1, p. 30. 2002d.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 6, de 16 de maio de 2005. **Diário Oficial da União** de 17 de maio de 2005, Seção 1, p. 5. 2005f.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 21 de novembro de 2002. **Diário Oficial da União** de 26 de novembro de 2002, Seção 1, p. 30. 2002e.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 9, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União** de 21 de março de 2005, Seção 1, p. 30. 2005e.
- BRASIL. Lei nº 3.780, de 12 de junho de 1960. **Diário Oficial da União** de 19 de julho de 1960, Seção 1, p.10.365. 1960.
- BRASIL. Lei nº 1 de 4 de outubro de 1946. **Diário Oficial da União** de 5 de outubro de 1946, Seção 1, p. 13.775. 1946.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. **Diário Oficial da União** de 6 de agosto de 2003, Seção 1, p. 1. 2003c.
- BRASIL. Lei nº 11.029, de 21 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União** de 22 de dezembro de 2004, Seção 1, p. 1. 2004a.
- BRASIL. Lei nº 483, de 12 de novembro de 1948. **Diário Oficial da União** de 1º de dezembro de 1948, Seção 1, p. 17.077. 1948.
- BRASIL. Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União** de 12 de julho de 1989, Seção 1, p. 11.459. 1989.
- BRASIL. Portaria Ministerial nº 571, de 8 de dezembro de 1998. **Diário Oficial da União** de 10 de dezembro de 1998, Seção 1, p. 24. 1998d.
- BRASIL. Portaria nº 95 de 26 de julho de 2007. **Diário Oficial da União** de 30 de julho de 2007, Seção 1, p. 11. 2007c.
- BRASIL. Portaria nº 11 de 15 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial da União** de 18 de fevereiro de 2002, Seção 1, p. 6. 2002a.
- BRASIL. Portaria nº 165, de 29 de setembro de 1998. **Diário Oficial da União** de 29 de setembro de 1998, Seção 1, p. 38. 1998c.
- BRASIL. Portaria nº 24 de 21 de março de 2005. **Diário Oficial da União** de 22 de março de 2005, Seção 1, p. 14. 2005c.
- BRASIL. Portaria nº 248, de 6 de maio de 2005. **Diário Oficial da União** de 9 de maio de 2005, Seção 1, p. 5. 2005b
- BRASIL. Portaria nº 25, de 2 de maio de 2003. **Diário Oficial da União** de 2 de maio de 2003, Seção 1, p. 25. 2003a.
- BRASIL. Portaria nº 350, de 29 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União** de 5 de janeiro de 2007, Seção 1, p. 3. 2006b.

BRASIL. Portaria nº 494, de 27 de novembro de 1997. **Diário Oficial da União** de 28 de novembro de 1997. Seção 1. 1997b.

BRASIL. Portaria nº 5, de 17 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União** de 17 de janeiro de 2002, Seção 1. 2002b.

BRASIL. Portaria nº 56 de 11 de maio de 1998. **Diário Oficial da União** nº. 91 de 15 de maio de 1998, Seção 1, p. 104. 1998b.

BRASIL. Portaria nº 641, de 3 de outubro de 1995. **Diário Oficial da União** de 10 de outubro de 1995, Seção Suplemento, p. 1. 1995.

BRASIL. Portaria SDA nº 80, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.077. 1993a.

BRASIL. Portaria SDA nº 81, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.078. 1993b.

BRASIL. Portaria SDA nº 82, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.078. 1993c.

BRASIL. Portaria SDA nº 83, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.078. 1993d.

BRASIL. Portaria SDA nº 84, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.080. 1993e.

BRASIL. Portaria SDA nº 85, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial da União** de 3 de agosto de 1993, Seção 1, p. 11.081. 1993f.

CBD / IPPC. Memorandum of Cooperation between the CBD and the IPPC Secretariats Interim Commission on Phytosanitary Measures. Sixth Session. Rome, 29 March – 2 April 2004. Disponível em: <https://www.ippc.int/servlet/BinaryDownloaderServlet/30481_ICPM04inf15.pdf?filename=1073577233448_ICPM04_INF_15.pdf&refID=30481>

COMUNICAÇÃO PESSOAL: José Geraldo Baldine Ribeiro - Coordenador Nacional da Campanha de Erradicação do Cancro Cítrico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2007.

CBD - Convention on Biological Diversity, 1992. United Nations. **Treaty Series**, v. 1.760, nº 30619, p. 142-382, 1993. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-en.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2007.

CBD - Convention on Biological Diversity, 2000. **Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity**. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>> Acesso em: 5 ago. 2007.

FAO. High-Level Conference on World Food Security and the Challenges of Climate Change and Bioenergy. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/foodclimate>> Acesso em: fev. 2008.

FAO. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture 2001. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/it/ITPGRe.pdf>> Acesso em: 25 jul. 2007.

FAO. International Plant Protection Convention. New Revised Text approved by the FAO Conference at its 29th Session - November 1997 Disponível em: <https://www.ippc.int/servlet/BinaryDownloaderServlet/13742_1997_English.pdf?filename=/publications/13742.New_Revised_Text_of_the_International_Plant_Protectio.pdf&refID=13742> Acesso em: 31 jul. 2007.

FAO. Thirty-fourth Session. C 2007/INF/22: High-Level Conferences on World Food Security and Global Challenges. Rome, 17-24 November 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/k1042e.pdf>> Acesso em: dez. 2007.

FAO. International Plant Protection Convention. Report of Seventh Interim Commission on Phytosanitary Measures. 2005. Disponível em: <https://www.ippc.int/servlet/BinaryDownloaderServlet/75067_Report_ICPM7_E.pdf?filename=1132938412531_ICPM7_Report_En_REV_list_part.pdf&refID=75067> Acesso em: 31 jul. 2007.

IPP – International Phytosanitary Portal. **List of IPPC contact points of contracting parties**. Disponível em: <https://www.ippc.int/IPP/En/nppo_cp.jsp> Acesso em: 31 jul. 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Tratado internacional sobre recursos fitogenéticos para a alimentação e agricultura**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Brasília, DF. 2007, 45 p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatística de Notificações 2007: Transparência do Brasil no Comitê SPS da OMC** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/menu_lateral/agricultura_pecuaria/relacoes_internacionais/negociacoes_sanit_e_fit/negociacoes_multilat/omc/informe%20sobre%20notifica%c7%d5es%202007_0.doc> Acesso em: 1 mar. 2008.

SÃO PAULO. Brasil. **Lei estadual nº 4.325, de 30/10/1957**. 1957. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/web/portal/08_documentacao_informacao/20060605_ementas_1953_a_1961.pdf> Acesso em: 31 jul. 2007.

SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária. Audiência Pública – Câmara dos Deputados em 15 de Maio de 2007. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/internet/comissoes/capadr/audiencias-2007/rap150507inacio.pdf>> Acesso em: 4 ago. 2007.

SILVA, O. L. R. Controle do trânsito de hospedeiros de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A. C.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil** Ribeirão Preto, SP: Ed. Holos, 2000. p. 193-200.

WTO. Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. G/SPS/GEN/557. Preguntas y Respuestas sobre el Procedimiento de Obtención de Tolerancias en las Importaciones y la Inclusión de Sustancias Fitosanitarias Activas para Usos en la Lista de las Comunidades Europeas. **Comunicación de las Comunidades Europeas**. 2005.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/GEN/204/Rev.2 (02-0789). **Specific Trade Concerns**. 2002.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/GEN/204/Rev.3 (03-1733). **Specific Trade Concerns**. 2003b.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/GEN/204/Rev.4 (04-0915). **Specific Trade Concerns**. 2004.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/GEN/640/Rev.1. **Issues in the Application of Article 6 of the Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures**. 2006b.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/R/30 (03-4612). **Summary of the Meeting Held on 24-25 June 2003** 2003a.

WTO. Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. G/SPS/W/185. Implementation of Article 6 of the SPS Agreement (Regionalization), **Communication from Brazil**. 2006a.

Parte 14

Proteção da produção animal

Foto: Arquivo Mapa



Capítulo 1

Introdução

Cláudio Roberto Madruga

Desde os anos de 1970, a bovinocultura de corte e leite, avicultura, suinocultura, caprinocultura e ovinocultura tiveram crescimento acentuado na economia brasileira. Isso se deve ao incremento das exportações de carne bovina, de aves e de suínos, ao aumento significativo da produção nacional de leite e à expansão da ovinocultura e caprinocultura em diversas áreas do País. Esse desenvolvimento foi possível em razão do controle sanitário de enfermidades que comprometem a produtividade animal e que constituem, ou não, barreiras sanitárias para a comercialização interna e externa de animais e seus produtos. Os programas de erradicação da febre aftosa, os nacionais de sanidade aviária, suína e de ovinos e caprinos foram contribuições importantes da defesa sanitária animal. Embora a inovação tecnológica da defesa sanitária animal não tenha ocorrido com a rapidez desejada, a interação do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, como demandante de tecnologias, com instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento foi fundamental para os avanços verificados. A partir da década de 1970, foram vários os exemplos, entre os quais o teste enzimático de imunoelectrotransferência do *blot* (EITB) e o teste imunoenzimático 3 ABC, desenvolvidos por pesquisadores do Centro Panamericano de Febre Aftosa para o diagnóstico dessa virose de significativa importância econômica. A Embrapa Suínos e Aves desenvolveu o primeiro antígeno nacional de soroaglutinação rápida (SAR) para o diagnóstico do *Mycoplasma sinoviae* Olson et al. (MS), em 1994, o que proporcionou redução de custo do programa de controle de MS. Decisões sanitárias relacionadas à cadeia produtiva de suínos, que desde o final da década dos anos de 1970 caracterizava-se como produção em escala, a exemplo da certificação e monitoramento de Granja de Reprodutores Suídeos Certificada (GRSC), incrementaram o nível de produtividade e a qualidade dos produtos da suinocultura nacional. As exigências de qualidade do mercado globalizado induzem à formação de laboratórios competentes e moldados em padrões reconhecidos internacionalmente, como a Rede Brasileira de Laboratórios de Qualidade do Leite. Esses são apenas alguns dos fatores que produziram o esplêndido crescimento da pecuária brasileira. Por essas razões, a sua sustentação, do

ponto de vista sanitário, depende de um planejamento nacional que integre geração de tecnologias, pelas instituições de pesquisa, focadas nas necessidades da indústria de imunobiológicos nacional e de demandas da defesa sanitária animal, para que os programas de controle e erradicação maximizem a relação custo/benefício. Considerando a dimensão do agronegócio brasileiro no comércio globalizado, novos paradigmas de eficiência e qualidade devem ser estabelecidos, como redes de laboratórios de diagnóstico de reconhecimento internacional, com padrão estabelecido pela Organização Mundial de Epizootias (OIE).

Como cada cadeia produtiva e espécie animal têm características peculiares, quanto ao manejo e à incidência de enfermidades, esta parte foi subdividida por cadeia produtiva. Por isso, são apresentadas, separadamente, tecnologias e medidas que estabeleceram programas ou ações que influenciaram a sanidade de bovinos de corte, de leite, aves, suínos, caprinos e ovinos.

Capítulo 2

Bovinos de Corte

Cláudio Roberto Madruga
Olimpio Crisóstomo Ribeiro

A pecuária de corte tem tido incremento populacional significativo desde o início da década de 1970, particularmente nas regiões Centro-Oeste e Norte do País. Em 1970, a população bovina era em torno de 79 milhões de cabeças, sendo que 22 % estavam na Região Centro-Oeste e 2,2 % na Região Norte (CORREIA, 2000). Atualmente, estima-se que existam 200 milhões de cabeças de bovinos e as respectivas proporções nessas regiões são estimadas em 33,2 % e 11,2 % (ANUALPEC, 2006). O crescimento deve-se a vários fatores inerentes à produtividade, tais como nutricionais, genéticos e sanitários. O melhor controle das enfermidades relacionadas à produtividade de bovinos deve-se a instituições cujos objetivos eram o desenvolvimento da pecuária, como o Conselho Nacional de Pecuária de Corte (Condepe), que tinha como missão orientar para a gestão dos recursos aplicados na propriedade, por meio do financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento (Bird). Essa orientação incluía a assistência técnica em sanidade animal. Na década de 1970, houve também a criação da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), sistema que organizou a assistência técnica em diversos estados brasileiros e que incrementou, entre os produtores rurais, os cuidados sanitários com os animais de produção. A interação das Ematers com a também recém-criada Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) gerou os denominados “pacotes tecnológicos”, que constituíam orientações fundamentadas em adaptações de tecnologias. Essa estratégia revelou-se importante também para a determinação de prioridades de pesquisa para a pecuária de distintas regiões do País, pois nas reuniões de divulgação dos pacotes tecnológicos eram discutidos problemas da exploração pecuária, incluindo a sanidade dos rebanhos. Várias empresas estaduais do sistema Emater tornaram-se também instituições de pesquisa com foco nas prioridades regionais que, juntamente com a empresa federal de pesquisa, formaram o

Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Nesse período, o enfoque principal era o processo produtivo da porteira para dentro da propriedade, ou seja, a busca de tecnologias para melhoria dos índices produtivos dos rebanhos. Na pecuária de corte extensiva, a morbidade e a mortalidade de bezerros entre o nascimento e o desmame, assim como os índices de reprodução, eram apontados como críticos para o sistema de cria de bovinos. Com relação à morbidade e mortalidade de bovinos, as parasitoses e o problema da cara-inchada – periodontia epizoótica com a presença de bactérias do grupo *Bacteroides* spp. no espaço subgingival dos animais – foram, na fase inicial da expansão pecuária do Centro-Oeste e do Norte, os problemas sanitários de maior relevância. A nova patologia dos bovinos cara-inchada entre os anos de 1970 e 1980 causou perdas significativas em bovinos jovens criados principalmente no Centro e Norte do País. No início era comum verificar até 60 % dos bezerros com as alterações típicas da cara-inchada, que se caracterizavam por periodondite purulenta de rápida progressão e abaulamento unilateral ou bilateral da face, como resultado da periostite crônica ossificante. Frequentemente, a doença apresentava diarreia e a letalidade era elevada (DÖBEREINER et al., 1974). Pesquisas desenvolvidas na Embrapa Gado de Corte indicaram que uma forma eficiente de prevenção da periodontite e redução da mortalidade era a suplementação com sal mineral, com fórmulas contendo concentrações elevadas de cobre (SOUZA et al., 1986). Com o passar dos anos, progressivamente houve redução da cara-inchada que ocorria por causa, principalmente, do antibiótico estreptomina produzido por actinomicetos na forragem cultivada que, recentemente, substituíra a vegetação nativa (DÖBEREINER et al., 2004).

O controle estratégico de parasitos foi fundamental para a produtividade dos rebanhos, principalmente para as regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. No início dos anos de 1990, havia a estimativa de que cerca de 80 % das dosificações utilizadas pelos produtores eram dadas inadequadamente. Isso ocorria porque a maioria das dosificações era dada em épocas erradas ou em categorias de animais impróprias ou, ainda, contra parasitos insensíveis aos produtos administrados (BIANCHIN et al., 1996). Resultados de estudos meteorológicos em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Rondônia, Acre, região central-sul do Amazonas, Pará, Maranhão, grande parte do Piauí e da Bahia, a maior parte do interior de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná indicavam que o período seco estava concentrado nos meses de junho, julho e agosto (HONER; BIANCHIN, 1995) (Fig. 1). Esse dado juntamente com a epidemiologia de endoparasitos permitiram que se estabelecesse estratégia baseada na redução de infestação das pastagens por períodos mais prolongados, tornando mais eficiente a relação custo/benefício da vermifugação.



Fig. 1. Distribuição do trimestre mais seco no Brasil. A maior parte do País apresenta um trimestre seco em junho, julho e agosto (JJA), com uma defasagem para o Nordeste e o Norte. A Região Sul apresenta um complexo de tipos de trimestre seco por causa do seu relevo.

JFM – Janeiro/Fevereiro/Março
 ASO – Agosto/Setembro/Octubre
 OND – Outubro/Novembro/Dezembro
 JAS – Julho/Agosto/Setembro
 SON – Setembro/Octubre/Novembro

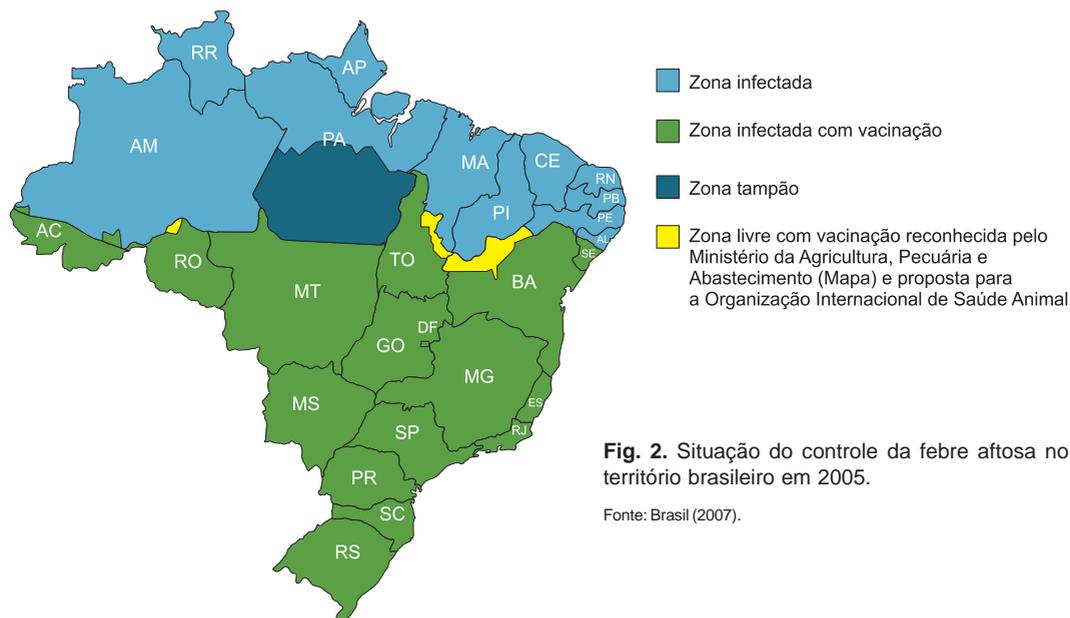
Fonte: Honer e Bianchin (1995).

Com base nas informações anteriores, as aplicações de anti-helmínticos foram recomendadas nos meses de maio, julho e setembro, para bovinos na faixa etária da desmama aos 24-30 meses. Essa estratégia poderia ser utilizada em bovinos criados nas áreas que têm o período concentrado em junho, julho e agosto (JJA) (Fig. 1), embora modificações pudessem ocorrer em razão de particularidades climáticas. Avaliações dessa estratégia indicaram redução de mortalidade de 2% e ganho médio de 41 kg de peso vivo, por animal. Considerando a população bovina dessa região, a tecnologia proporcionou incremento de produtividade e de retorno econômico considerável. Esse controle estratégico fundamentou o controle integrado de *Dermatobia irritans*, mosca-dos-chifres, o que resultou em relação custo/benefício ainda maior. Com referência ao controle dessa mosca, a introdução do besouro *Onthophagus gazella* Fabr. foi de grande importância, pois demonstrou ser efetivo na destruição do bolo fecal do bovino, substrato essencial para o ciclo de vida de *D. irritans* e foi, rapidamente, difundido nas áreas em que a mosca-dos-chifres causava problemas.

A vacina contra a tristeza-parasitária-bovina (TPB) com a atenuação dos hemoprotozoários *Babesia bovis* Babes e *Babesia bigemina* Smith & Kilborne por diversas instituições como as escolas de veterinária da Universidade Federal de Viçosa e da Universidade Federal de Pelotas e os institutos de pesquisas como a Embrapa Gado de Corte, no Estado de Mato Grosso do Sul, e o Instituto Desidério Finamor, no Rio Grande do Sul, contribuiu para o controle da TPB. A importância dessa vacina atenuada foi mais intensa em áreas de instabilidade enzoótica, particularmente no Sul do País, bem como

para a pecuária de corte em áreas de estabilidade enzoótica, no momento em que houve o cruzamento industrial entre raças nativas zebuínas com raças européias. Essa vacina foi igualmente importante na introdução de bovinos provenientes de áreas livres de agentes da TPB, a exemplo dos países da América do Norte, Europa ou Argentina (KESSLER et al., 1998). Assim, a vacina atenuada proporcionou melhor desempenho produtivo dos rebanhos, evitando surtos da doença e melhoria genética dos animais.

À medida que a defesa sanitária animal tornava-se mais eficiente nas regiões Sul e Sudeste, ações mais efetivas eram exigidas dos estados limítrofes. No mesmo período, houve estruturação dos serviços veterinários oficiais nas regiões denominadas de fronteiras agrícolas, como Centro-Oeste e Norte do Brasil. Exemplo disso foram as medidas preventivas incentivadas pelos estados de Mato Grosso e Goiás, à margem direita do Rio Paranaíba e Paraná. Esses foram os primeiros ensaios de controle da febre aftosa (FA) na Região Centro-Oeste que tinham como objetivos cadastrar as propriedades e estabelecer o controle interestadual de movimentação de animais e acompanhamento de vacinação. Essa melhoria do sistema de defesa sanitária animal em âmbito federal e estadual e a melhor integração entre os dois sistemas tornaram mais eficiente o combate do vírus da FA, enfermidade endêmica no País desde o início do século 20. A partir dos anos de 1970, houve redução na incidência da FA decorrente de melhorias na estruturação do sistema de defesa sanitária animal e na qualidade e quantidade das vacinas. Entretanto, nos anos de 1980, a incidência estava ainda acima de 10 %, porque muitas propriedades não utilizavam a vacina, ao mesmo tempo que o monitoramento era precário, com diversas regiões sem informações sobre a ocorrência da enfermidade. Em 1992, a implantação do programa de erradicação da FA e o estabelecimento dos circuitos pecuários, ou seja, a regionalização das atividades, resultaram na efetiva redução da incidência. Como consequência dessa estratégia, em 1998, os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina foram considerados livres do vírus da FA e, em 2002, não houve registro de surto da enfermidade no território nacional. Embora a erradicação da FA não tenha ocorrido, em 2005, de acordo com as metas do programa de erradicação, avanços consideráveis foram observados. No Circuito Pecuário Norte, que compreende a Região Amazônica, as áreas livres com vacinação alcançaram os estados de Tocantins, Rondônia, Acre e parte dos estados do Pará e Amazonas (Fig. 2). O sucesso do programa de controle da FA contribuiu, de forma expressiva, para a conquista de mercados externos que levaram o Brasil à condição de maior exportador de carne do mundo. Os resultados do programa de erradicação da FA seriam ainda mais expressivos se o País não tivesse longas extensões de fronteiras com países com ocorrência de surtos dessa enfermidade.



Outro fator importante no controle de enfermidades foram os recursos humanos e os laboratórios de diagnóstico das escolas de veterinária que, no início dos anos 1980, eram em número satisfatório nas regiões mais desenvolvidas do Sul e Sudeste e que foram criadas nesse período em diversas áreas da fronteira pecuária, como os cursos de Medicina Veterinária de Campo Grande (Mato Grosso do Sul), Goiânia (Goiás), Cuiabá (Mato Grosso), Uberlândia (Minas Gerais) e, mais recentemente, de Palmas (Tocantins). Essas instituições, juntamente com os órgãos de defesa sanitária animal, contribuíram para o controle de enfermidades de bezerras, e outras endêmicas, como a raiva dos herbívoros, a brucelose e a tuberculose, sendo que essas duas últimas fazem parte de programa nacional de controle e erradicação do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Visão de futuro

Os avanços na proteção à saúde animal ocorridos desde o início da década de 1970 necessitam de constante modernização e agilidade na sua estruturação, pela importância da pecuária para o agronegócio brasileiro. O País possui, atualmente, instituições e recursos humanos que podem efetivamente colaborar com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na elaboração de planos estratégicos para o desenvolvimento de diagnósticos com alta sensibilidade e especificidade e novas gerações de vacinas com prolongado e elevado nível de proteção. Nesse sentido, a interação de órgãos públicos e iniciativa privada seria fundamental para a pesquisa, o

desenvolvimento e a comercialização das tecnologias geradas, trazendo considerável economia para os programas de defesa sanitária animal, pois não haveria necessidade do pagamento de royalties na utilização de tecnologias geradas por empresas estrangeiras, ao mesmo tempo que fortaleceria a indústria de produtos veterinários do País.

Referências

- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo: Instituto FNP, 2006. 369 p.
- BIANCHIN, I.; HONER, M. R.; NUNES, S. G.; NASCIMENTO, Y. A.; CURVO, J. B. E.; COSTA, J. P. **Epidemiologia dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 1996. (Circular Técnica 24).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 4 maio. 2007.
- CORREIA, A. N. S. Análise retrospectiva e tendências da pecuária de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa-MG **Anais...** p. 181-205, 2000.
- DÖBEREINER J.; DUTRA I. S.; ROSA I. V. A etiologia da “cara inchada” uma periodontite epizootica dos bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 50-56, 2004.
- DÖBEREINER J.; INADA, T.; TOKARNIA C. H. “Cara inchada doença peridentária de bovinos”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 9, p. 63 - 85, 1974. (Série Veterinária)
- HONER, M. R.; BIANCHIN, I. **Confiabilidade do programa estratégico de controle dos nematódeos gastrintestinais dos bovinos desenvolvido pelo CNPGC** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 1995. 10 p. (Comunicado Técnico, 52).
- KESSLER, R. H.; MADRUGA, C. R.; SCHENK, M. A. M.; SACCO, A. M. S.; BRANCO, M. F. M.; SAPPER, M. F. M. Vacinas atenuadas e congeladas contra a babesiose e anaplasiose dos bovinos. **A Hora Veterinária**, v. 102, p. 24-28, 1998.
- SOUZA, J. C.; GOMES, R. F. C.; VIANA, J. A. C.; NUNES, V.; SCHENK J. A. P.; ROSA, I. V.; GUIMARÃES, E. D. Suplementação mineral em bovinos com doença peridontal (cara inchada). 1. Aspectos nutricionais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** v. 15, n. 1, p.1-16, 1986.

Capítulo 3

Bovinos leiteiros

Jose Renaldi Feitosa Brito
Márcia Cristina de Azevedo Prata
Guilherme Nunes de Souza
Maria Aparecida Vasconcelos Paiva e Brito
John Furlong

Na década de 1970, a pecuária leiteira no Brasil era caracterizada pela predominância de raças zebuínas de baixa produtividade e nichos pouco significativos de raças especializadas. Nos últimos 20 anos, a produção de leite praticamente dobrou (de 12,4 bilhões de litros em 1985 para 25 bilhões de litros em 2005), enquanto o número de vacas ordenhadas aumentou somente 18,4 % (de 17 milhões de vacas, em 1985, para 20,8 milhões de vacas, em 2005).

Há 30 anos, o principal desafio era aumentar a produção de leite para atender a uma população cada vez mais urbanizada e carente de produtos de maior apelo de consumo. Todavia, apesar do aumento da produção, registra-se, ainda hoje, um déficit no consumo per capita de leite no País. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2000, haveria uma demanda de 35,6 bilhões de litros de leite para atender a uma população de 169,78 milhões de habitantes.

Entre os desafios surgidos na década de 1990, destaca-se a demanda por alimentos de melhor qualidade associada à necessidade de atualização do regulamento da produção e à industrialização do leite. A partir de 2000, foi acrescentado o desafio para a produção de alimentos seguros num esforço que perpassa toda a cadeia de produção (do campo à mesa). Esses desafios têm estreita ligação com a saúde dos rebanhos e com as medidas higiênicas adotadas antes, durante e após a ordenha dos animais.

Decisões políticas e econômicas que determinaram a transformação da agricultura tropical no Brasil incluem: a globalização do comércio e as novas exigências sanitárias e de qualidade dos alimentos constantes nos acordos da Organização Mundial do Comércio (OMC); a abertura do mercado brasileiro; o fim do controle dos preços; a modernização da legislação sobre a produção e a industrialização do leite e derivados, com a conseqüente criação de redes de laboratórios, tais como a Rede Brasileira de Laboratórios de Qualidade do Leite.

As pesquisas conduzidas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e em outras instituições sobre enfermidades que afetam a produção e a qualidade do leite determinaram a maior eficiência dessa cadeia produtiva. Por exemplo, a pesquisa sobre a ecologia e a biologia dos nematóides gastrintestinais conduziu ao desenvolvimento do esquema estratégico de controle. Os estudos mostraram que a distribuição das espécies e suas flutuações estacionais são semelhantes em todo o Brasil Central e são reguladas, principalmente, pelas variações de temperatura, umidade/precipitação. O número de larvas infectantes na pastagem é menor na época da seca (abril a setembro). Dessa forma, passou-se a recomendar quatro aplicações de anti-helmíntico, sendo três durante o período seco e uma em meados do período chuvoso (dezembro) (FURLONG et al., 1993). Da mesma forma, o estudo da biologia e do controle do carrapato-dos-bovinos (*Boophilus microplus* Canestrini) indicou a época de janeiro a março como a mais propícia para o estabelecimento de um sistema intensivo de banhos ou tratamentos estratégicos, objetivando reduzir uma geração de parasitas e, conseqüentemente, as gerações subseqüentes (FURLONG, 1993; FURLONG et al., 2004).

Uma das contribuições mais relevantes dada pela Embrapa Gado de Leite foi o monitoramento dos acaricidas, pois os prejuízos causados pelo carrapato representavam significativo impacto econômico na produção bovina. Após 10 anos de monitoramento da sensibilidade de populações do carrapato dos bovinos aos principais acaricidas disponíveis no mercado, concluiu-se que algumas associações entre piretróides e fosforados e entre amitraz e fosforados mostraram eficiência superior em relação aos demais grupos químicos e associações. Os piretróides foram o grupo químico mais efetivo. Essas informações para o produtor proporcionaram maior eficiência de controle do carrapato e menor custo de tratamento.

A pesquisa conduzida sobre mastite bovina procurou aprimorar e adaptar os programas de controle recomendados internacionalmente, mas desenvolvidos para os rebanhos de regiões temperadas. Os estudos conduzidos na Embrapa Gado de Leite focaram a identificação e caracterização dos patógenos prevalentes, a padronização do diagnóstico e a identificação dos fatores de risco para os patógenos e para a elevação da contagem de células somáticas (CCS) do leite dos animais e dos rebanhos (BRITO et al., 1999, 2000, 2002; SOUZA et al., 2005, 2006a, b). Paralelamente, foram avaliadas as vantagens econômicas do controle da mastite como forma de subsidiar a tomada de decisão pelos produtores e técnicos (OLIVEIRA, 1989; CARNEIRO, 2006).

Foram definidos os padrões de infecção intramamária de rebanhos da Região Sudeste do Brasil. A partir da análise microbiológica de 6.315 amostras de leite de 1.609 animais, 3.919 microrganismos foram identificados.

As porcentagens de agentes isolados foram: *Staphylococcus aureus* Monera (19,2 %), estafilococos coagulase-negativo (CNS) (12,4 %), *Streptococcus agalactiae* Lehmann and Neumann (6,9 %), outros estreptococos (6,1 %), *Corynebacterium* spp. (55,2 %), leveduras (0,1 %) e *Pseudomonas* spp. (0,1 %) (BRITO et al., 1999). Amostras de *S. aureus* isoladas de mastite foram tipificadas com o objetivo de estimarem-se fontes de infecção para os animais. Das 220 amostras avaliadas, 36 apresentaram características do biótipo bovino, 17 de ovino, 10 do biótipo aviário e 1 do biótipo humano. Outras 138 amostras não apresentaram características de um hospedeiro específico, podendo ter origem diversas (homem, cabra, coelho e suíno) (BRITO et al., 2000).

Foi determinada também a concentração mínima inibitória (CMI) de 112 amostras de *S. aureus* para 10 antimicrobianos. Apesar do emprego disseminado de antimicrobianos para tratamento da mastite, a maioria dos microrganismos apresentou susceptibilidade para os antimicrobianos testados. Amostras isoladas de casos clínicos foram mais resistentes à ampicilina, penicilina e tilosina. O mesmo foi observado nas amostras isoladas de mastite subclínica com escores positivos no California Mastitis Test (CMT) para ampicilina e penicilina (BRITO et al., 2001).

Com base nos estudos de prevalência, foram identificados os fatores de risco relacionados com os patógenos mais prevalentes no rebanho brasileiro (*S. aureus*, *S. agalactiae*, outros estreptococos, estafilococos coagulase-negativos e *Corynebacterium* spp.), bem como foi possível identificar e sugerir procedimentos de controle. Fatores de risco foram identificados em relação ao manejo do rebanho e aos procedimentos adotados durante a ordenha, às características dos animais e aos equipamentos de ordenha. Esses fatores estavam associados a um ou mais dos patógenos anteriormente relacionados ou, de maneira inespecífica, ao aumento da CCS dos animais (SOUZA et al., 2006 a, b).

Na avaliação das fontes de variação da CCS de vacas em lactação, as mais significativas foram os efeitos de rebanho, do animal dentro de rebanho e da presença de infecção intramamária, principalmente quando causada por *S. agalactiae* e outros estreptococos. Os efeitos de rebanho e de animal dentro de rebanho foram responsáveis por mais de 60 % da variação da CCS. Animais com infecção intramamária apresentaram o dobro da CCS em relação a animais não infectados. *S. agalactiae* foi o patógeno responsável pelo maior aumento da CCS em vacas e apresentou, em média, 1,52 milhão de células por mililitro. A presença de *S. aureus* e *S. agalactiae* no leite do rebanho foi associada com CCS superior a 750 mil por mililitro. A presença de outros estreptococos, estafilococos coagulase-negativos e corinebactérias foi associada à CCS menor do que 250 mil por mililitro. Esses resultados mostram a importância do efeito do manejo do rebanho sobre os animais na variação da CCS e das altas CCS

em rebanhos com animais infectados por *S. aureus* e, principalmente, por *S. agalactiae* (SOUZA et al., 2005).

Um programa de erradicação de *S. agalactiae* de rebanhos foi avaliado e mostrou-se viável técnica e economicamente. Os antibióticos utilizados (cloridrato de pirlimicina e ampicilina-cloxacilina) foram 100 % efetivos (CARNEIRO, 2006). A erradicação de *S. agalactiae* reduziu a CCS e o número de casos de mastite clínica dos animais tratados e do rebanho. Do ponto de vista econômico, o descarte do leite em razão do tratamento representou o componente de maior custo no programa de erradicação. A redução de casos clínicos da mastite, a menor taxa de reposição de vacas, menor descarte e menor taxa de mortalidade, além dos bônus pela melhor qualidade do leite, geraram ganhos superiores ao valor gasto com o programa de erradicação. Outro estudo foi conduzido para avaliar os custos e os benefícios de um programa de controle da mastite. A relação média custo–benefício do programa foi de 1:2,74 nos rebanhos com alto índice e de 1:2,46 nos rebanhos com baixo índice de mastite. Avaliou-se, ainda, o custo–benefício em relação à adoção de medidas de controle e/ou tratamento durante a lactação e a secagem. Houve redução de 50 % nas perdas de produção de leite por rebanho, quando se compararam as produções no início e no final do programa. Quando analisadas em separado, as relações de custo–benefício foram, respectivamente, de 1:2,48, para as medidas de controle; de 1:2,75, para as medidas de controle associadas ao tratamento na lactação; e de 1:4,08 para as medidas de controle associadas ao tratamento de secagem.

Visão de futuro

O aumento das exigências sanitárias e o estabelecimento de padrões de qualidade aceitos internacionalmente irão influenciar a maneira de produzir leite no País. Oportunidades para integração entre grupos de pesquisa e colaboração com instituições nacionais e internacionais ocorrerão. Várias áreas de conhecimento poderão contribuir para que as inovações necessárias tenham lugar. Essas áreas incluem a aplicação de ferramentas de biologia molecular para identificação de nichos de infecção, caracterização molecular de microrganismos com identificação de subtipos predominantes no rebanho nacional como forma de subsidiar o desenvolvimento de medidas imunoproláticas e a maior acuidade e velocidade no diagnóstico de doenças. Essas ferramentas serão necessárias para o reconhecimento de fontes de contaminação de alimentos e de infecção dos animais.

Pesquisas para identificar marcadores moleculares para resistência a endoparasitos, ectoparasitos e ao estresse térmico em bovinos leiteiros foram

iniciadas no fim da década de 1990. A pesquisa está na fase experimental, mas até o momento foi identificada alta herdabilidade para a característica resistência genética a endoparasitos. Essa variabilidade genética indica a possibilidade de seleção de bovinos resistentes a helmintos. A partir da identificação de marcadores moleculares associados às características desejadas, a seleção assistida por marcadores poderá ser empregada em programas de melhoramento genético, elevando-se a qualidade do rebanho bovino brasileiro e, com essa, a produtividade leiteira, com uso mínimo de produtos químicos e melhor preservação ambiental (MARTINEZ et al., 2006).

Pesquisas para encontrar opções ao uso menos intensivo de produtos químicos para o controle de endo e ectoparasitos serão demandadas. Foram iniciados estudos para avaliação da eficácia de fitoterápicos e, ao mesmo tempo, de controle biológico por meio de nematóides entomopatogênicos. Resultados promissores foram obtidos nos estudos in vitro com extratos de *Derris urucu* (Killip et Smith) Macbride (timbó) sobre fêmeas ingurgitadas do carrapato e de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook.) sobre larvas. Foram quantificadas, também, a eficiência do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.] e da citronela [*Cymbopogon nardus* (D.C.) Stapf.] no controle de larvas do carrapato-dos-bovinos (PRATA et al., 2006). Pesquisas com controladores biológicos do carrapato deverão ter continuidade. Resultados mostraram a viabilidade desse controle in vitro em concentrações semelhantes às utilizadas na agricultura. Da mesma maneira, observou-se o sinergismo da utilização de nematóides entomopatogênicos com a base química acaricida dos organofosforados. A expectativa é a de que se estude a viabilidade da técnica in vivo, buscando conhecer, principalmente, as interações com a umidade e com os fatores bióticos representados pela superfície corporal dos bovinos e dos carrapatos infestantes em relação à sobrevivência e à infectividade dos nematóides (VASCONCELOS et al., 2004).

Outras áreas que deverão ser objeto de estudos mais detalhados referem-se à avaliação econômica dos programas de controle de doenças, à identificação e ao manejo de riscos, bem como aos mecanismos de tomada de decisão em vários níveis, desde o produtor até as autoridades responsáveis pela definição de políticas sanitárias.

Referências

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; CORDEIRO, F. M.; COSTA, W. A.; FORTES, T. O. Caracterização de biótipos de *Staphylococcus aureus* isolados de mastite bovina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 52, p.1-5, 2000.

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; RIBEIRO, M. T.; VEIGA, V. M. Padrão de infecção intramamária em rebanhos leiteiros: exame de todos os quartos mamários das vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 51, p. 129-135, 1999.

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; SILVA, M. A. S.; CARMO, R. A. Concentração mínima inibitória de dez antimicrobianos para amostras de *Staphylococcus aureus* isolados de infecção intramamária bovina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 53, p.531-537, 2001.

BRITO, M. A. V. P.; CAMPOS, G. M. M.; BRITO, J. R. F. Esquema simplificado para identificação de estafilococos coagulase-positivos isolados de mastite bovina. **Ciência Rural**, v. 32, p. 79-82, 2002.

CARNEIRO, A. V. **Viabilidade técnica e impacto econômico da erradicação de *Streptococcus agalactiae* em rebanhos bovinos**. Rio de Janeiro, 2006. 77 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FURLONG, J. Controle do carrapato-dos-bovinos na Região Sudeste do Brasil. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária**(UFMG), Belo Horizonte, n. 8, p. 49-61, 1993.

FURLONG, J.; MARTINS, J. R.; PRATA, M. C. A. Controle estratégico do carrapato dos bovinos. **A Hora Veterinária**, v. 23, p. 53-56, 2004.

FURLONG, J.; SILVA, A. M.; VERNEQUE, R. S.; GARDNER, A. L.; BROCKINGTON, N. R. Análise bio-econômica do uso de anti-helmíntico em bezerros na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** v. 2, p. 119-126, 1993.

OLIVEIRA, V. M. **Avaliação técnico-econômica do controle da mamite bovina** Belo Horizonte, 1989. 65 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; BRITO, M.A.V.P.; MOREIRA, E. C.; SILVA, M. V. G. B. Fatores de risco para mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus* em vacas leiteiras de rebanhos da Região Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Fepale, 2006a. p.249-253.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; BRITO, M.A.V.P.; MOREIRA, E. C.; SILVA, M. V. G. B. Fatores de risco para mastite subclínica causada por *Streptococcus agalactiae* em vacas leiteiras de rebanhos da Região Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9. Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: Fepale, 2006b. p. 255-259.

SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; MOREIRA, E. C.; BRITO, M.A.V.P.; BASTOS, R. R. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos bovinos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 251-260, 2005.

Capítulo 4

Aves

Liana Brentano

A avicultura teve grande crescimento no Brasil principalmente a partir do final dos anos de 1990, atingindo a condição de uma das mais desenvolvidas no mundo. A produção de carne de frango passou de 2.055 mil toneladas em 1989 para 9.297 mil toneladas em 2006 (crescimento de 354 %), com a posição de segundo maior produtor mundial de frangos. Houve, também, marcado aumento nas exportações, que passaram de 244 mil toneladas em 1989 para 2.762 mil toneladas em 2006. Em 2003, o Brasil atingiu a liderança no ranking dos maiores exportadores do setor avícola, com crescimento de 20 % em relação a 2002. Na avicultura de postura foram produzidos 73,7 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos em 2006, atendendo, principalmente, ao consumo interno.

A Portaria Ministerial nº 193, de 19 de setembro de 1994 (BRASIL, 1994), estabeleceu o Programa Nacional de Sanidade Avícola no âmbito da Secretaria de Defesa Agropecuária (DAS) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e criou o Comitê Consultivo do Programa de Sanidade Avícola, que consolidou e estruturou o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) desse Ministério. Esse programa considerou a importância da produção avícola, no contexto nacional e internacional, e a necessidade de normatização das ações de acompanhamento sanitário associadas ao setor avícola. Em relação à ocorrência das principais doenças de notificação, de acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), o PNSA desenvolveu programas sanitários para controle da doença-de-Newcastle (“*Cormorant Newcastle virus*”, CNV), salmonelas, micoplasmas-aviários e influenza aviária. A atuação do PNSA concentra-se na vigilância epidemiológica e sanitária das principais doenças aviárias em todos os estados do País. Os objetivos são o controle e a erradicação dessas doenças mediante a aplicação de normas que estabeleçam as medidas de defesa sanitária animal para a avicultura. O comitê consultivo do PNSA foi composto por representantes de várias instituições públicas e privadas. Entre os principais resultados desse fórum multidisciplinar estão a identificação de demandas de pesquisa em saúde aviária e a elaboração do projeto de vigilância ativa das doenças-de-Newcastle e influenza-aviária (1998-1999). Em consequência

da execução desse programa pelo Mapa, o País declarou-se livre dessas doenças perante a OIE. Um grupo de trabalho do qual participaram também técnicos da Embrapa implementou ações de defesa sanitária relacionadas com a introdução do vírus da influenza-aviária no País (BRASIL, 2005).

Entre as ações de controle de doenças do PNSA está o controle rigoroso dos *Micoplasmas* aviários patogênicos. Para o comércio internacional de aves e ovos férteis, o Programa exige que os plantéis de reprodutoras (bisavós, avós e matrizes) sejam livres de *Mycoplasma sinoviae* (MS). Apesar de a MS não ser uma doença de notificação obrigatória à OIE, por ser de difícil erradicação em razão da capacidade de o agente ter transmissão vertical pelos ovos de galinhas infectadas, vários países a consideram uma doença relevante. Por isso, há controle da vigilância sanitária de países que são mercados internacionais de aves e ovos férteis. Conseqüentemente, esse controle é de extrema importância para o Brasil por ser um país importador de pintos e ovos férteis, dos Estados Unidos da América e da Europa, para renovação de plantéis de elite de aves reprodutoras. Em virtude disso, a Embrapa Suínos e Aves executou trabalhos que a tornaram referência nacional em *Mycoplasma*, entre os quais, a produção, em 1994, do primeiro antígeno nacional de soroprecipitação rápida (SAR) para o diagnóstico desse microorganismo. Essa tecnologia, além de proporcionar disponibilidade constante de antígeno, reduziu o custo de monitoramento da MS.

Complementando o incremento do diagnóstico sorológico foram padronizadas e estudadas as melhores condições de produção e estocagem de antígenos para testes de inibição da hemaglutinação, utilizados em testes confirmatórios SAR. A tecnologia de produção do antígeno de MS foi transferida ao laboratório nacional de vacinas Biovet S.A. para a produção industrial sob a marca Synovitest®. Aproximadamente 450 mil doses têm sido produzidas anualmente, desde 1995, atestando o sucesso de transferência de tecnologia ao setor produtivo. Posteriormente, as contribuições foram: a implantação de diagnósticos rápidos de detecção de MS pela técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) e a caracterização genotípica de isolados de *Micoplasmas* circulantes em granjas de aves (FIORENTIN, 2004), associado de extenso trabalho de erradicação de micoplasma em plantéis de linhas puras de galinhas que originariam o programa de melhoramento genético da Embrapa. Essa metodologia, por gerar alto padrão sanitário, foi incorporada pela agroindústria (FIORENTIN et al., 2003; FIORENTIN, 2004).

As salmoneloses também têm sido um problema para a avicultura do Brasil e do mundo, por causa dos riscos para a segurança alimentar, e por isso fazem parte do PNSA. A Embrapa iniciou um trabalho com alternativas não-medicamentosas para redução de contaminação de carcaças de frangos com *Salmonelas* e os resultados obtidos indicaram efetividade na redução de contaminações. Bacteriófagos líticos para *Salmonella enteritidis* foram

isolados, caracterizados e avaliados como alternativa de controle biológico da salmonelose em frangos (FIORENTIN, 2004; FIORENTIN et al., 2005).

A influenza-viária e a doença-de-Newcastle têm apresentações clínicas muito semelhantes, por isso o diagnóstico diferencial rápido é importante. De acordo com dados do Mapa e da OIE, no Brasil a influenza-aviária é considerada exótica e a doença de Newcastle tem ocorrência esporádica em algumas regiões. O diagnóstico oficial dessas doenças, no País, demandava metodologias laboriosas e demoradas (de 1 semana até mais de 3 semanas), até recentemente, baseadas em isolamento viral e testes sorológicos. Esse era um fator limitante para a ampliação da população de aves monitoradas no País. Para suplantiar esse problema foi elaborada uma proposta de pesquisa e desenvolvimento na Embrapa visando à implantação de novos métodos de diagnósticos mais rápidos desses vírus, a partir da qual se estabeleceu um convênio de cooperação técnica entre a Secretaria de Defesa Animal (SDA)/Mapa e a Coordenação-Geral de Laboratórios (CGAL) do Mapa. As ações executadas por esse convênio permitiram a implantação do laboratório de biologia molecular no Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro) de São Paulo, que é o laboratório nacional de referência para a influenza-aviária e a doença-de-Newcastle, disponibilizando o diagnóstico molecular rápido dos vírus por técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) da transcriptase reversa (RT-PCR) e RT-PCR em tempo real, atendendo às demandas do setor avícola nacional e de defesa sanitária. Essa ação conjunta colocou o Brasil em posição de atender, com alto nível técnico e com maior agilidade, as exigências internacionais de monitoria e controle oficial dessas doenças de impacto mundial.

Em 1990 foi isolado, pela primeira vez no Brasil, na Embrapa Suínos e Aves, o vírus da anemia-infecciosa-das-galinhas (“*Chicken anemia virus*”, CAV) e metodologias de diagnóstico do vírus foram disponibilizadas (NOGUEIRA et al., 2005). Esses métodos de diagnóstico da doença, que produz severa imunossupressão, possibilitaram atender à demanda de serviços de apoio diagnóstico para produtores e agroindústria, e também a realização de estudos epidemiológicos (BRENTANO et al., 2000). Trabalhos subseqüentes realizados na Embrapa, em colaboração com a Universidade de Cornell, forneceram evidência da presença do genoma viral nas gônadas e na progênie de galinhas comerciais, indicando a possibilidade de persistência do vírus em aves comerciais, a despeito da presença de altos níveis de anticorpos protetores, tanto em aves vacinadas ou naturalmente infectadas (BRENTANO et al., 2005). Esse conhecimento da patogenia da CAV possibilitou estabelecer novas estratégias de controle.

A coccidiose é outra doença importante, pelo impacto econômico na produção aviária, por sua frequência na avicultura industrial. A resistência frequente

das *Eimerias* causadoras da coccidiose às drogas anticoccidianas, amplamente utilizadas na avicultura, tem estimulado a busca de métodos de controle que prolonguem a vida útil dos produtos ou ofereçam alternativas mais seguras e econômicas. A recomendação técnica é que seja realizado o amontoamento da cama do aviário no período de vazio sanitário de 14 dias como estratégia para reduzir a contaminação (COSTA; AVILA, 2003).

Além dos agentes infecciosos, a avicultura tem enfrentado problemas relacionados a doenças metabólicas, muitas vezes resultantes do grande ganho genético obtido nos últimos anos, que proporciona crescimento e ganho de peso das aves cada vez mais rápido. Entre os problemas metabólicos, a ascite, por sua alta incidência, resulta em elevada mortalidade e perdas de produção. A redução da ascite em frangos de corte foi alcançada com a suplementação de 2 % de oxigênio na câmara de nascimento (JAENISCH, 1998). Estudos subsequentes resultaram em várias recomendações técnicas práticas e objetivas, capazes de minimizar o problema de ascite para a indústria avícola, que foram repassadas e adotadas pelo setor produtivo (JAENISCH et al., 2001).

Apesar de as condições se manterem favoráveis ao desenvolvimento da avicultura brasileira, o futuro pode ser comprometido caso ocorram problemas de sanidade animal que originem perdas econômicas na produção e barreiras ao comércio internacional. Os recentes episódios de epidemias globais, como é o caso da influenza aviária, que, felizmente, não foi registrada no Brasil, mas ocorreu em vários outros países produtores em 2001, 2003 e 2005, é um alerta e fizeram com que as atenções se voltassem para a realidade sanitária da avicultura brasileira (MARTINS et al., 2006).

Visão de futuro

É necessário estreitar e manter o trabalho conjunto de colaboração entre a pesquisa e o desenvolvimento com o Mapa na monitoria de doenças exóticas e emergentes demandas pela Defesa Sanitária Animal. É muito importante, também, o trabalho contínuo de avaliação e incremento das metodologias já implantadas e que vêm sendo utilizadas no monitoramento de doenças. A Embrapa vem executando, em parceria entre alguns de seus Centros de Pesquisa e o Mapa, um projeto que visa ao desenvolvimento de métodos inovadores de diagnósticos baseados em análises de proteômica, que deverão ser ainda mais rápidos, sensíveis, de menor custo e com maior capacidade de processamento de amostras de aves. Essas inovações tecnológicas colocarão o País em maior vantagem competitiva na sua capacidade de resposta, nos diagnósticos e no monitoramento de doenças de aves.

O foco no diagnóstico e na epidemiologia molecular de novas variantes de agentes infecciosos de impacto na saúde das aves, como o estudo de variantes dos vírus da bronquite-infecciosa que, freqüentemente, causam grande impacto na produção (BRENTANO et al., 2005) deve ser mantido. Esses estudos de análise genotípica de variantes virais têm importância porque estabelecem metodologias de avaliação de proteção vacinal (TREVISOL et al., 2006) contra variantes virais freqüentemente observadas a campo.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria Ministerial nº 193 de setembro de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 14.309, 22/09/1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria Ministerial nº 449 de 26 de outubro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 207, Seção 2, p. 2, 27/10/2005.
- BRENTANO, L.; LAZZARIN, S.; KLEIN, T. A. P.; SCHAT, K. A. Detection of chicken anemia virus in the gonads and in the progeny of broiler breeder hens with high neutralizing antibody. **Veterinary Microbiology**, v. 105, p. 65-72, 2005.
- BRENTANO, L.; SILVA, B. G.; SAYD, S.; FLORES, S. W. Anticorpos para o vírus da anemia das aves (CAV) em matrizes de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** Campinas, SP, v. 2, n. 2, p. 157-179, 2000.
- COSTA, C. A. F.; ÁVILA, V. S. **Comunicado Técnico**, nº 327. Embrapa Suínos e Aves. Julho/2003 Concórdia, SC.
- FIORENTIN, L. O *Mycoplasma Synoviae* em galinhas. II. Contribuições da Embrapa.Suínos e Aves. **Circular Técnica** nº 40, Embrapa. ISSN 0102-3713. Concórdia, SC. Janeiro 2004.
- FIORENTIN, L.; SONCINI, R. A.; DA COSTA, J. L.; MORES, M. A.; TREVISOL, I. M.; TODA, M.; VIEIRA, N. D. Apparent eradication of *Mycoplasma synoviae* in broiler breeders subjected to intensive antibiotic treatment directed to control *Escherichia coli*. **Avian Pathology**. v. 32, n. 2, p. 213-6. 2003.
- FIORENTIN, L.; VIEIRA, N. D.; BARIONI JUNIOR, W.; Oral treatment with bacteriophages reduces the concentration of *Salmonella Enteritidis* PT4 in caecal contents of broilers. **Avian Pathology**, v. 34, n. 3, p. 258-63. 2005.
- JAENISCH, F. **Instrução Técnica para o Avicultor**. Embrapa Suínos e Aves. Junho 1998.
- JAENISCH, F. R. F.; AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; ROSA, P. S.; FIORENTIN, L. Síndrome da hipertensão pulmonar: a ascite em frangos de corte. **Circular Técnica**, nº 27, Embrapa Suínos e Aves. 2001. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cit_27.pdf
- MARTINS, F. M.; TALAMINI, D. J. D.; NOVAES, M. **Avicultura**: situação e perspectivas brasileira e mundial. 2006. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgcartigos/artigos/v0t37k5m.pdf
- NOGUEIRA, E. O.; BRENTANO, L.; FERREIRA, A. J. P. A VP3 / VP1 gene polymerase chain reaction assay for detection of chicken anemia virus (CAV) in field organ samples. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 57, n. 2, p. 131-140, 2005.
- TREVISOL, I. M.; BRENTANO, L.; ESTEVES, P. A.; SCHAEFER, R.; LUCIANO, R. L.; CASTRO, A. G. M.; KLEIN, T. A. P. Teste de proteção vacinal para uma amostra de Bronquite Infecciosa isolada de caso de Miopatia frente amostra de vacinal comercial H120. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2006, Campinas, SP. **Anais...** Campinas. Facta. p. 240. 2006.

Capítulo 5

Suínos

Nelson Morés
Virgínia Santiago Silva

Atualmente, a suinocultura nacional ocupa posição de destaque no ranking mundial de produção de carnes e reflete sua consonância com as tendências internacionais de produção animal alinhadas às condições sanitárias preconizadas pela OIE, da qual o Brasil é signatário. A qualidade sanitária do rebanho suíno brasileiro é fruto de evolução gradual e contínua que envolve o Serviço Oficial Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a contribuição de instituições de educação, pesquisa e desenvolvimento e o crescimento do setor privado.

A difusão de agentes infecciosos de controle oficial na suinocultura pode ter efeito devastador para a economia de um país. Exemplos para o Brasil são a peste-suína-clássica (PSC) a peste-suína-africana (PSA) e a febre aftosa (FA). A proteção sanitária do rebanho suíno brasileiro para algumas enfermidades é realizada oficialmente pelo controle das importações de sêmen, animais vivos e produtos derivados, e pelo monitoramento sanitário das granjas produtoras e distribuidoras de material genético (granjas, núcleos e multiplicadoras) para as granjas comerciais e centrais de inseminação artificial (CIA) que comercializam sêmen, assim como pela obrigatoriedade da adoção de medidas de biossegurança nessas granjas. Com isso, há prevenção da principal via de disseminação de agentes infecciosos entre rebanhos pela reposição do material genético ou distribuição de sêmen.

Os esforços do governo para impedir a entrada de doenças no País têm foco sobre o movimento de pessoas e a importação de suínos vivos, sêmen e produtos derivados. Nesse aspecto, os serviços veterinários e as legislações existentes conferem suporte necessário para proteger o País da entrada de doenças consideradas exóticas ou erradicadas. Nos últimos anos, o serviço oficial de defesa sanitária animal e os grupos privados da produção de suínos têm sido treinados e habilitados para responder adequadamente a situações de doenças emergentes. Para minimizar o potencial da entrada de doenças dos suínos no País, é fundamental a implementação de políticas preventivas

efetivas, normalizadas por legislação, e investimentos federais direcionados à proteção do rebanho.

A infra-estrutura e a capacidade de diagnóstico do País devem ser adequadas para rapidamente detectar a presença de microrganismos envolvidos em enfermidades de controle oficial, especialmente aquelas consideradas exóticas. Doenças importantes como a triquinelose (*Trichinella spiralis*), a encefelomiocardite-por-vírus-Nipah, a síndrome-reprodutiva-e-respiratória-dos-suínos (“*Porcine reproductive and respiratory syndrome*”, PRRS) e a gastroenterite-transmissível-dos-suínos (“*Porcine transmissible gastroenteritis*”, TGE) ainda não foram diagnosticadas no Brasil; daí a grande preocupação com a importação de suínos e derivados. A preocupação prioritária é com a aquisição de suínos, sêmen, carcaças e derivados para serem introduzidos no País. Nesse sentido, existem normas oficiais para essas importações, visando, entre outras coisas, proteger o rebanho brasileiro, pois podem representar risco importante para introdução de patógenos considerados exóticos.

A normatização das condições sanitárias de produção de suínos no Brasil teve como marco inicial o Decreto nº 24.548, de 3 de julho de 1934, pelo Mapa, que consiste no Regulamento de Defesa Sanitária. Pela Lei nº 569, de 21 de dezembro de 1948, onde foram estabelecidas as medidas de defesa sanitária animal. Entretanto, antes disso, as medidas de defesa sanitária foram, predominantemente, focadas na bovinocultura por causa da FA e refletiram em avanços sanitários também na suinocultura. Contudo, as normas pertinentes à suinocultura apresentaram avanço mais proeminente entre 1946 e 1951, com a implantação do primeiro Programa Nacional de Controle da Peste Suína Clássica, que contemplava normas para produção e emprego de vacina Cristal Violeta e, em 1956, pelo Decreto nº 38.983, que tratava da proibição de importação de reprodutores suínos em que ocorriam doenças consideradas exóticas no Brasil. Em 1978, a ocorrência de um foco de PSA em Paracambi, no Estado do Rio de Janeiro, mobilizou todo o setor produtivo de suínos e órgãos oficiais, revelando-se um dos momentos mais dramáticos da suinocultura nacional (TOKARNIA, et al., 2004). A partir desse episódio, medidas emergenciais para erradicação de PSA foram estabelecidas no Decreto nº 81.798, de 15 de junho de 1978, complementado pela Portaria nº 543, de junho de 1978, que determina obrigatoriedade de notificação de doenças de suínos, resultando no mais expressivo avanço em defesa sanitária para a suinocultura nacional. O impacto econômico e social desse episódio sanitário levou ao amadurecimento do setor produtivo privado, bem como do Serviço de Defesa Animal, resultando em normatizações mais rígidas para a sanidade de suídeos e na melhoria da qualidade e organização do setor.

A década de 1980 foi bastante marcante, pois foi instituído o Programa de Combate à Peste Suína em todo o território nacional (Decreto nº 85.403, de 25

de novembro de 1980). O Brasil foi declarado livre de PSA em dezembro de 1984 (Ato Administrativo da Secretaria de Defesa Sanitária Animal, de 5 de dezembro de 1984) e foram normatizadas medidas de controle da doença-de-Aujeszky (DA), pela Instrução de Serviço nº 2, de 17 de abril de 1984.

Nos anos de 1990, vários dispositivos legais relativos à vacinação para o controle da PSC foram instituídos, tendo sido criado o Comitê Nacional de Sanidade Suína (Portaria nº 143, de 27 de agosto de 1998), outro marco importante dessa década. Finalmente, induzindo grandes avanços na proteção sanitária do rebanho nacional, em junho de 2004, foi legalmente instituído, pela Instrução Normativa nº 48, o Plano Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), com o objetivo de coordenar, normatizar e dar suporte às ações de defesa sanitária animal referentes à suinocultura nacional, tendo como tópicos principais: a erradicação da PSC do território nacional; o reconhecimento e a manutenção de zonas livres de doenças no Brasil; e a certificação e monitoramento de Granjas de Reprodutores Suídeos Certificadas (GRSC). Mais recentemente, como parte do PNSS, foi instituído o Plano Nacional da DA, pela Instrução Normativa nº 8, de 3 de abril de 2007, que consiste em normas para controle e erradicação da DA a serem observadas em todo o território nacional.

Outro progresso de grande relevância para a segurança do rebanho suídeo brasileiro foi a aprovação de normas a serem cumpridas para a certificação de GRSC, pela Instrução Normativa nº 19, de 15 de fevereiro de 2002, que prevê a manutenção de nível sanitário adequado em granjas que comercializam, distribuem ou mantêm reprodutores suídeos para multiplicação, evitando a disseminação de doenças e assegurando níveis desejáveis de produtividade.

A Embrapa Suínos e Aves e outras instituições de pesquisas do País atuaram ativamente na definição das normas oficiais para controle e prevenção das doenças em suínos, elaboradas desde a década de 1980, indicando pesquisadores como membros do Comitê Técnico Nacional de Sanidade Suína, constituído pelo Mapa, e participando diretamente com os resultados de suas pesquisas (MORÉS; ZANELLA, 2003) na elaboração da Instrução Normativa nº 19, destinada à certificação sanitária de granjas de reprodutores suídeos, e da Instrução Normativa nº 8, que define as normas do Plano Nacional de Controle da DA (MORÉS et al., 2006).

Esses e outros instrumentos legais, ainda em vigor, permitiram o incremento na segurança do rebanho brasileiro, sobretudo no que se refere às doenças de notificação obrigatória, listadas pela OIE, que implicam barreiras sanitárias comerciais.

Os veterinários de suínos, há pouco tempo, estavam preocupados com a biossegurança de rebanhos, focados basicamente em alguns agentes

bacterianos como brucelose, leptospirose e tuberculose, e virais como a PSC, PSA e DA, que fazem parte de programas de controle. Nos últimos anos, isso mudou com o surgimento ou recrudescimento da PRRS, da influenza e da circovirose. Essas doenças possuem alta morbilidade, difundem-se facilmente por via aérea e, além do efeito patológico direto sobre os suínos, são imunossupressoras, tornando-os mais susceptíveis a outras infecções, principalmente bacterianas, difíceis de serem combatidas com antimicrobianos. Tais enfermidades são, portanto, as que ocasionam maior impacto econômico atualmente na suinocultura mundial e nacional. Por meio de uma série de estudos, foram identificados fatores de risco que favorecem a ocorrência dessas enfermidades em todas as fases de produção de suínos, cujas recomendações estão agrupadas em publicação da Embrapa Suínos e Aves sobre boas práticas de produção de suínos (AMARAL et al., 2006).

Nesse contexto, vários aspectos são considerados para biossegurança dos plantéis, cujos procedimentos foram estudados e normatizados. Os próprios suínos constituem o maior risco para introdução de patógenos num rebanho, por isso, existem áreas de quarentena que devem ser isoladas da granja. Com o incremento da inseminação artificial, em que a reposição pode ser feita por essa técnica, tal risco pode ser minimizado, uma vez que as centrais de inseminação que comercializam sêmen também são regulamentadas pela Instrução Normativa nº 19, de fevereiro de 2002, do Mapa. Mesmo assim, para maior segurança, especialmente com sêmen importado, seria adequado testar, via PCR, para alguns patógenos como o vírus da PRRS e o circovírus tipo 2 (*“Porcine circovirus type 2”*, PCV2). Atualmente, os protocolos de biossegurança usados em granjas impõem a obrigatoriedade de vazio sanitário das pessoas de 48 a 72 horas, mas esse tempo foi estabelecido com base em publicações antigas relativas à FA e *Mycoplasma hyopneumoniae* (Mh). Entretanto, outros estudos indicam período mais curto de vazio para as pessoas que visitam granjas de suínos (AMASS et al., 2002; BATISTA et al., 2002). A adoção de um protocolo de banho para as pessoas, antes de adentrarem a granja, é eficiente na eliminação de patógenos do corpo humano, eliminando o papel do homem como vetor mecânico. Para o vírus da PRRS e da TGE, o simples lavar as mãos e trocar de roupa e botas parece ser tão eficiente quanto o banho (OTAKE et al., 2002).

Visão de futuro

A infra-estrutura e a capacidade de diagnóstico do País devem ser adequadas para, rapidamente, detectar a presença de microrganismos envolvidos em enfermidades, de controle oficial, especialmente aquelas consideradas exóticas como triquinose, encefalomiocardite-por-vírus-Nipah, PRRS e TGE, ainda

não diagnosticadas no Brasil. Portanto, além das normas oficiais para importação de suínos, sêmen, carcaças e derivados, há necessidade de efetiva vigilância sanitária com uma rede de laboratórios preparados para rápido diagnóstico.

Os protocolos de biossegurança na produção de suínos são de vital importância e necessitam ter mérito científico. Para tal, há necessidade, por um lado, de investigação sobre a epidemiologia desses agentes patogênicos, particularmente com relação à transmissão do vírus da PRRS, o PCV2 e o Mh (AMASS; CLARK, 1999). Por outro lado, é necessária maior difusão de informações, entre todos os participantes da cadeia produtiva, sobre procedimentos de biossegurança, como quarentena para introdução de suínos no rebanho, vazio sanitário das pessoas, procedimentos para visita de granjas num mesmo dia, veículos de transportes de materiais e suínos, controle de vetores e sobre fômites.

Referências

- AMARAL, A.L.; LIMA, G.J.M.M. de; SILVEIRA, P.R.S. da; KLEIN, C.S.; PAIVA, D.P. de; MARTINS, F.; KICH, J.D.; ZANELLA, J.R.C.; FÁVERO, J.; LUDKE, J.V.; BORDIN, L.C.; MIELE, M.; HIGARASHI, M.M.; MÓRES, N.; DALLA COSTA, O.A.; OLIVEIRA, P.A.V. de; BERTOL, T.M.; SILVAL, V.S. **Boas práticas de produção de suínos** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 60p. (Embrapa Suínos e Aves, Circular Técnica, 50).
- AMASS, A.; PACHECO, J.; SCHNEIDER J. Biosecurity procedures to prevent transmission of FMDV by people. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17th, 2002, Ames. **Proceedings...** Ames: IPVS, 2002. p.122.
- AMASS, S. F.; CLARK, L. K. Biosecurity considerations for pork production units. **Swine Health Production**, v.7, n. 5, p. 217-228, 1999.
- BATISTA, L.; RUIZ, A.; UTRERA, V.; PIJOAN, C. Assessment of mechanical transmission of *mycoplasma hyopneumoniae*. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17th, 2002, Ames. **Proceedings...** Ames: IPVS, 2002. p. 284.
- MORÉS, N.; AMARAL, A. L.; VENTURA, L.; SILVA, R. A. M.; SILVA, V. S.; BARIONI JUNIOR, W. Comparação entre métodos de tuberculização no diagnóstico da infecção por agentes do complexo *Mycobacterium avium* ou *M. bovis* em suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 708-717, 2006.
- MORÉS, N.; ZANELLA, J. R. C. **Programa de erradicação da doença de Aujeszky em Santa Catarina**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 50 p. (Embrapa Suínos e Aves, Documentos, 81).
- OTAKE, S.; DEE, S. A.; ROSSOW, K. O.; JOO, H. S.; MOLITOR, T. W.; PIJOAN, C. Transmission of PRRS virus by fomites (boots and coveralls). **Journal of Swine Health & Production**, v. 10, p. 59-65, 2002.
- TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J.; BARROS, S. S.; RIET-CORREA, F. O surto de peste suína africana ocorrido em 1978 no município de Paracambi, Rio de Janeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 224-238, 2004.

Capítulo 6

Ovinos e caprinos

Francisco Selmo Fernandes Alves
Raymundo Rizaldo Pinheiro
Antônio César Rocha Cavalcante
Luiz da Silva Vieira

Nos últimos anos, as cadeias produtivas da caprinocultura e ovinocultura vêm consolidando-se no parque pecuário nacional. Vários fatores contribuíram para isso, entre os quais a intensificação da pesquisa e desenvolvimento. Essa contribuição foi focada nos sistemas de produção de animais, beneficiamento de seus produtos, demanda por produtos derivados de caprinos e ovinos, melhoria do nível de organização dos produtores – em sistemas de informação para absorção de tecnologias pelos produtores – e a atuação dos agentes financeiros facilitando o crédito.

Nas décadas de 1970 e 1980, a expansão do agronegócio de caprinos e de ovinos resultou na importação de germoplasma para a introdução de material genético superior para formação dos rebanhos. Entretanto, essa estratégia isolada não foi suficiente para o aumento significativo dos rebanhos de produção. Nas décadas de 1980 e 1990, instituições privadas e públicas e universidades geraram conhecimentos em diversas áreas relevantes da sanidade, que resultaram em produção de novos fármacos, vacinas, kits de diagnósticos e de métodos alternativos de controle das doenças desses pequenos ruminantes domésticos.

No sistema produtivo da caprinocultura e da ovinocultura da região Semi-Árida do Nordeste brasileiro já está incorporado o controle dos nematódeos gastrintestinais. Informações epidemiológicas dos helmintos indicam que o parasitismo ocorre durante todo o ano, e os animais são infectados durante o período chuvoso e início do período seco. Com base nos resultados obtidos, foi recomendado e adotado pelos produtores da região um esquema de vermifugação que consiste em três aplicações de anti-helmínticos no período seco e uma no período chuvoso. Essa estratégia tem o objetivo de eliminar os nematódeos no período seco, quando a população parasitária está localizada apenas no trato gastrintestinal dos caprinos e ovinos. A vermifugação na época chuvosa objetiva evitar o parasitismo clínico e, conseqüentemente, a mortalidade. Informações importantes para o produtor foram obtidas numa

avaliação de anti-helmínticos que resultou na identificação de resistência dos nematódeos gastrintestinais de caprinos. Posteriormente, em ovinos das raças Suffock, Texel e Hampshire, com sintomas clínicos de verminoses, procedentes dos municípios de Porto Amazonas, Piraquara e Araucária, Estado do Paraná, também foi observada a resistência, principalmente do *Haemonchus contortus* Rud, para alguns anti-helmínticos, como o Netobimin e o Ivermectin.

Os estudos sobre a prevenção de outras parasitoses importantes de caprinos e ovinos, como as eimerioses, indicaram medidas aplicáveis pelos produtores, tais como desinfetantes à base de fenóis, como únicos efetivos na inibição da esporulação de oocistos, e o tratamento com salinomicina em caprinos leiteiros nas fases de cria e recria, na proporção de 2 mg/kg de salinomicina.

Do ponto de vista zoossanitário e dos sistemas de produção de caprinos e ovinos, a situação sanitária é bastante semelhante entre diversas regiões brasileiras. Esse conhecimento ocorreu em razão da maior disponibilização de técnicas de diagnóstico, como os testes de imunoabsorção enzimática (Elisa), imunodifusão em gel de agarose (IDGA), inibição da hemólise sinérgica (IHS), DOT BLOT, técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) e provas de imunohistoquímica. Essas ferramentas permitiram o conhecimento da situação epidemiológica das lentivirose de caprinos e ovinos como artrite-encefalite-dos-caprinos (“*Caprine arthritis-encephalitis*”, CAE) e Maedi/Visna, língua-azul (“*Blue tongue virus*”, BTA), linfadenite caseosa (*Corynebacterium pseudotuberculosis*), toxoplasmose, leptospirose, micoplasmose, clostridioses e coccidiose. A detecção da presença do lentivírus da CAE no sêmen de caprinos infectados evidenciou o papel do reprodutor na disseminação do vírus, via sêmen. Como alternativa de controle, foi recomendado o uso da técnica de transferência de embriões. Em 1994, a Embrapa Caprinos implantou um Programa de Controle da CAE em sete setores de rebanho caprino em Sobral, no Ceará, utilizando a sorologia e o uso de Boas Práticas Agropecuárias (BPA). A prevalência inicial no rebanho caprino foi de 14,3 %, seguindo de incidência descendente e mantendo-se em patamares que variam de 1 % a 2 %. Tendo em vista os resultados obtidos, esse procedimento foi amplamente difundido entre produtores.

Adicionalmente, várias vacinas para a linfadenite-caseosa foram desenvolvidas utilizando-se diferentes técnicas, tais como: células vivas atenuadas, bacterina e toxóide (toxina atenuada), todas apresentando diferentes graus de imuno-proteção em caprinos e ovinos.

Finalmente, pela Instrução Normativa nº 87, da SDA/Mapa, de 2004, foi implantado o Programa Nacional de Sanidade dos Caprinos e Ovinos (PNSCO) para estabelecer coordenação, normatização e suporte das ações de

defesa sanitária animal referentes à caprinocultura e à ovinocultura nacional. Entre as principais ações estão a vigilância epidemiológica executada pelos serviços oficiais e médicos veterinários cadastrados no programa de controle das lentivirose de pequenos ruminantes e da epididimite ovina.

Visão de futuro

Apesar dos avanços alcançados no controle sanitário, a estrutura de defesa sanitária deve ser aperfeiçoada e integrada com os órgãos oficiais de defesa estaduais; particularmente com o aumento da ovinocultura e da caprinocultura nas regiões Centro-Oeste e Norte do País. Para tal, há necessidade de melhor infra-estrutura laboratorial para agilização do diagnóstico e uma vigilância epidemiológica ativa e eficiente para impedir a entrada de agentes patogênicos em regiões até então consideradas livres.

A resistência de nematódeos a anti-helmínticos é uma situação crítica, principalmente no Sul do País. Por essa razão, a investigação de vacinas eficientes deve ser intensificada, assim como a procura de princípios químicos de plantas medicinais, como a fruta-do-conde (*Anona squamosa* L.) e o melão-de-são-caetano (*Mormodica charantia* L.), que se mostraram promissores na redução da população adulta de *H. contortus*.

Literatura recomendada

ALVES, F. S. F. **Immunokinetics of goats with *C. ovis* vaccination and infection** Davis, 1988. Tese (Mestrado em Patologia Comparada) – University of California.

ALVES, F. S. F.; OLANDER, H. J. Teste de pele em caprinos vacinados e infectados com *Corynebacterium pseudotuberculosis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1313-1318, 1999a.

ANDRIOLI, A. **Vírus da artrite encefalite caprina; PCR e isolamento em amostras de sêmen, fluido uterino e embriões**. Belo Horizonte, 2001. 68 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

CAVALCANTE, A. C. R.; SANTA ROSA, J.; VIEIRA, L. da S.; PINHEIRO, R. R. Ocorrência de *Paramphistomum* spp. em caprinos no período de janeiro de 1986 a maio de 1993. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 8., Londrina, PR, **Anais...** Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 1993. p.H₃₀ (Doc. 141).

CAVALCANTE, A. C. R, VIEIRA, L. S. ; XIMENES, L. J. F. Identificação de espécies do gênero *Eimeria* Schneider, 1875 (*Apicomplexa: Eimeriidae*) parasita de ovinos na microrregião homogênea de Sobral, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA, 15., Salvador, BA. **Anais...** Salvador. Sociedade Brasileira de Parasitologia, 1997. p. 74. (Doc. 145).

CAVALCANTE, A. C. R.; VIEIRA, L. da S. Importância do pastejo misto (caprino com ovino), na incidência de nematódeos gastrintestinais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 22., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Paranaense de Medicina Veterinária, 1992. Resumo 382. (Doc. 137).

- COSTA, C. A. F.; VIEIRA, L. da S.; BERNE, M. E. A. Population dynamics of caprine parasitic helminths in the sertão of Inhamuns, Ceará, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF GOATS, 4., 1987. **Abstracts...** Brasília, 1987. p. 1360. (Doc. 124).
- GOUVEIA, A. M. G.; SANTA ROSA, J.; PINHEIRO, R. R.; ALVES, F. S.; VIEIRA, L. S.; SILVA, E. R.; CAVALCANTE, A. C. R. **Acompanhamento e avaliação da primeira fase do programa de controle da artrite encefalite caprina viral (AEC) no rebanho do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos-Embrapa.** Sobral, CE: Embrapa/CNPC, 1996a. 123 p.
- MENEZES, R. C. A. A. de; BERNE, M. E. A.; VIEIRA, L. da S.; CAVALCANTE, A. C. R. Ação do ivermectin e do netobimin sobre a redução e esterilização de ovos de *Haemonchus* spp. em caprinos e ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 42, n. 4, p. 253-65, 1990. (Doc. 130).
- PINHEIRO, R. R.; VIEIRA, L. da S.; CAVALCANTE, A. C. R.; DANTAS, L. B.; PEREIRA, M. de F. Parâmetros hematológicos de caprinos submetidos a diferentes tratamentos anti-helmínticos com plantas medicinais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** São Paulo, v. 1, n. 0, 91 p., 1991. Sessão 3/Helminologia, resumo 28 (Doc. 133).
- PINHEIRO, R. R. **Vírus da artrite encefalite caprina: desenvolvimento e padronização de ensaios imunoenzimáticos (ELISA e Dot-Blot) e estudo epidemiológico no Estado do Ceará.** Belo Horizonte, 2001. 68 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- SANTA ROSA, J. **Enfermidades em caprinos: diagnóstico, patogenia, terapêutica e controle.** Brasília: Embrapa-CPI, Embrapa Caprinos, 1996. 220 p.
- VIEIRA, L. da S.; BERNE, M. E. A.; CAVALCANTE, A. C. R.; MENEZES, R. C. A. A. de. Avaliação de anti-helmínticos na redução do número de ovos por grama de fezes (OPG) em nematódeos gastrintestinais de caprinos e ovinos. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 5., 1988. **Anais...** Teresina: Embrapa-Uepae de Teresina, 1988. p.151-56. (Embrapa-Uepae de Teresina. Documentos, 9) (Doc. 125).
- VIEIRA, L. da S.; GONÇALVES, P. C.; COSTA, C. A. F.; BERNE, M. E. A. Atividade ovicida “in vitro” dos benzimidazóis oxfendazole, febendazole, albendazole e thiabendazole em nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 10, p. 1201-09, 1989. (Doc. 127).
- VIEIRA, L. da S.; CAVALCANTE, A. C. R. Avaliação de plantas medicinais no controle de *Haemonchus contortus* de caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** São Paulo, v. 1, n. 0, 91 p., 1991. Sessão 3/Helminologia, resumo 41 (Doc. 134).
- VIEIRA, L. S.; LIMA, J. D.; SILVA, M. B. O.; TOLENTINO, A. C. V.; BOTELHO, A. C. C. Coccidiosis in goats experimentally infected with *Eimeria ninakohyakimovae* Yakimoff & Rastegaieff, 1930 Emend. Levine, 1961. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 147, n. 12, p. 903-905, 1996. (Doc. 144).
- VIEIRA, L. S.; CAVALCANTE, C. R.; XIMENES, L. J. F.; BARROS, N. N. **Uso da Salinomicina nas fases de cria recria na prevenção e controle da Eimeriose de caprinos leiteiros.** Sobral, CE: Embrapa-CNPC, 1999. 2 p. (Embrapa-CNPC). (Doc. 151).

Parte 15

Proteção do ambiente

Foto: Arquivo John Deere



Capítulo 1

Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira

José Eloir Denardin
Rainoldo Alberto Kochhann
Benami Bacaltchuk
Arcenio Sattler
Norimar D'Ávila Denardin
Antonio Faganello
Sírio Wiethölter

Os solos sobre os quais se desenvolvem os principais sistemas agrícolas produtivos no Brasil são, predominantemente, Latossolos, Argissolos e Neossolos (Areias Quartzozas). Em menor proporção, ocorrem Plintossolos, Cambissolos e Nitossolos. Em geral, Latossolos, Argissolos e Neossolos (Areias Quartzozas) são solos profundos, bem drenados e distribuídos em relevos suave-ondulados a ondulados, sem limitações para a mecanização agrícola. Ao contrário, Plintossolos e Cambissolos, com elevada frequência, são rasos, mal drenados e apresentam limitações à mecanização em decorrência de pedregosidade e topografia acidentada (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 1999).

Sob condição natural, grande parte desses solos apresenta forte limitação química ao desenvolvimento das plantas cultivadas, destacando-se reação ácida, presença de alumínio trocável, baixa disponibilidade de fósforo e baixa soma e saturação por bases trocáveis, sendo classificados, em elevada frequência, como distróficos. A matéria orgânica do solo, em geral, é inferior a 2 % nos Neossolos (Areias Quartzozas), raramente ultrapassa 4 % nos Latossolos, Argissolos, Nitossolos e Plintossolos e pode ultrapassar 5 % em alguns Latossolos e Cambissolos (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 1999).

Fisicamente, esses solos são considerados sem limitações ao desenvolvimento de espécies cultivadas. Nas classes Latossolo, Argissolo, Nitossolo e

Cambissolo, a fração argila predominante é composta por minerais tipo 1:1 (caulinita) e por óxidos de ferro e alumínio, que conferem elevada estabilidade aos microagregados. A estabilidade dos macroagregados é dependente do nível e da qualidade da matéria orgânica do solo. Apresentam, ainda, porosidade total que pode ultrapassar a $0,60 \text{ m}^3/\text{m}^3$ e, conseqüentemente, elevada permeabilidade à água, ao ar e às raízes, bem como média a baixa suscetibilidade natural à erosão hídrica (Tabela 1).

Tabela 1. Fator erodibilidade do solo de alguns solos brasileiros.

Classe de Solo	Classe Textural	Fator K ⁽¹⁾	Fonte
Argissolo	Argilosa	0,008	Angulo et al. (1984)
Latossolo	Argilosa	0,021	Denardin e Wünsche (1981)
Latossolo	Argilosa	0,022	Henklain e Freire (1983)
Nitossolo	Franco-arenosa	0,032	Cogo et al. (1978)
Argissolo	Franco-arenosa	0,032	Angulo et al. (1984)
Argissolo	Argilosa	0,012	Angulo et al. (1984)
Argissolo	Argilosa	0,036	Henklain e Freire (1983)
Latossolo	Argilosa	0,013	Dedecek et al. (1986)
Latossolo	Argilo-franco-arenosa	0,044	Henklain e Freire (1983)
Argissolo	Argilosa	0,027	Resck (1981)
Nitossolo	Franco-argilosa	0,028	Leprun (1988) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Fator erodibilidade do solo expresso em t.ha.h/MJ.ha.mm.

⁽²⁾ Informação pessoal. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Uma vez corrigidas as deficiências químicas, relativas à reação ácida, à soma e à saturação de bases trocáveis e à disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo e potássio, esses solos tornam-se epieutróficos, constituindo-se em solos de elevado potencial para o desenvolvimento agrícola (CORREIA et al., 2004). Nesse contexto, destaque é creditado à singular rede de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal estruturada no Brasil, com o objetivo de subsidiar correções relativas à fertilidade química dos solos e à nutrição das espécies cultivadas. No Brasil, a análise de solo é aplicada como suporte à correção da fertilidade química do solo desde o século 19. Entretanto, foi nos anos de 1960 que essa rede de laboratórios assumiu importância como alicerce ao desenvolvimento da agricultura intensiva de grãos no País. A partir da segunda metade da década de 1960, a melhoria da fertilidade química do solo, associada a condições favoráveis do mercado de

grãos e a incentivos proporcionados por política de crédito agrícola subsidiado, constituiu suporte à transformação de sistemas tradicionais de produção agropecuária, de florestas e de campos naturais em lavouras produtoras de grãos, com predominância da sucessão de culturas trigo (*Triticum aestivum* L. em. Thell.)/soja [*Glycine max* (L.) Merrill].

O novo sistema de produção adotado, conjugando apenas a melhoria da fertilidade química do solo, o terraceamento e a semeadura em contorno como práticas conservacionistas, desencadeou, num primeiro momento, a sensação de um agronegócio promotor de desenvolvimento regional e, num segundo momento, transformou-se na principal causa de degradação dos solos.

A falta de consciência conservacionista, o incipiente domínio do conhecimento relativo ao processo de erosão hídrica e a predominância de políticas agrícolas imediatistas e ofuscadoras da percepção diferencial entre a preservação do potencial produtivo e a oportunidade de negócio rentável restringiram o novo sistema de produção a métodos inadequados de manejo de solo diante das condições edafoclimáticas regionais¹, envolvendo queima de resíduos culturais, mobilização intensa de solo e uso de terras inaptas a culturas anuais, em que práticas conservacionistas adotadas mostraram-se insuficientes para o controle eficaz da erosão. Foi observada redução da estabilidade de agregados, incremento do índice de argila dispersa em água, aumento da densidade do solo e redução acentuada da macroporosidade, da porosidade total e da taxa de infiltração de água no solo, culminando com intenso processo de erosão hídrica (Tabela 2).

A solução desse problema só adquiriu relevância com a adoção do sistema plantio direto em larga escala, contextualizado no âmbito da agricultura conservacionista, a qual é entendida como um complexo tecnológico de enfoque holístico que objetiva preservar, melhorar e otimizar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizada com o uso de insumos externos.

Origem do sistema plantio direto

A exploração de sistemas agrícolas produtivos sem preparo de solo é tão antiga quanto a própria agricultura, tendo sido praticada, pelo menos, até

¹ O potencial erosivo das chuvas no Brasil, expresso pelo Fator Erosividade da Equação Universal de Perdas de Solo, oscila entre 5.200 a 12.600 MJ.mm/ha.h (DEDECEK, 1978; COGO et al., 1978; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985; RUFINO, 1986).

Tabela 2. Perdas de solo por erosão, em distintos solos do Brasil e diferentes modelos de produção, sob preparo convencional com restos culturais queimados (CPQ), preparo convencional com restos culturais incorporados (CPI), preparo reduzido (PR) e sob sistema plantio direto (SPD).

UF ⁽¹⁾	Classe de Solo	Modelo de produção	Anos de avaliação	Decive (%)	CPQ	CPI (t/ha.ano)	PR	SPD
RS ⁽²⁾	Nitossolo	Trigo/Soja	11	12,0	-	34,0	11,3	8,8
RS ⁽²⁾	Argissolo	Trigo/Soja	9	7,5	-	13,1	3,2	0,5
RS ⁽³⁾	Latossolo	Trigo/Soja	6	9,0	10,9	3,6	-	1,5
PR ⁽⁴⁾	Nitossolo	Trigo/Soja	4	4,0	-	5,3	-	1,0
PR ⁽⁴⁾	Latossolo	Trigo/Soja	4	4,0	-	3,2	-	1,1
PR ⁽⁴⁾	Nitossolo	Trigo/Soja	4	4,0	-	6,0	-	0,2
SP ⁽⁵⁾	Argissolo	Trigo/Soja	4	9,9	51,5	39,5	-	2,2
DF ⁽⁶⁾	Latossolo	Pousio/Soja	6	5,5	9,0	6,0	-	5,0

(1) Unidade da Federação: RS = Rio Grande do Sul; PR = Paraná; SP = São Paulo; DF = Distrito Federal.

(2) Cogo et al. (1978).

(3) Empresa... (1984).

(4) Derpsch (1984).

(5) Castro et al. (1983).

(6) Dedecek et al. (1986).

cerca de 4 mil anos a.C., época em que surgiu o arado, inventado pelos egípcios. Há evidências de que essa prática também era empregada por civilizações nativas da América Latina. Sementes de milho (*Zea mays* L.) eram semeadas em covas abertas com varas pontiagudas de madeira e as plantas espontâneas eram manejadas manualmente (MUZILLI, 1999).

Na atualidade, em muitas regiões da América do Sul, da América Central e do México, camponeses tradicionais ainda utilizam equipamentos rudimentares, tipo “chucho”, “sacho”, “punções” ou “saraquá”, descritos por Dallmeyer (2001) como hastes pontiagudas de madeira ou com ponteiras de ferro, de forma laminar, e enxadas e facões como ferramentas exclusivas para preparar o terreno para a semeadura. O conjunto de processos que compõe essa técnica resume-se ao corte ou à capina da vegetação espontânea e à abertura de covas para a deposição de sementes de culturas como o milho e o feijão (*Phaseolus* spp.) (MUZILLI, 1999). Portanto, o ato de semear sem mobilização de solo surgiu com a própria agricultura, evoluindo, contudo, para o emprego de arados e de grades, de tração humana, animal e tratória, e intenso revolvimento da camada superficial do solo (DERPSCH, 1998).

As primeiras referências relativas à possibilidade de manejo motomecanizado de sistemas agrícolas produtivos, sem preparo do solo, foram descritas por Edward H. Faulkner, em 1943, no livro *Plowman's Folly (A tolice do lavrador)*, que enfatiza não haver razão científica para arar o solo (BAKER et al., 1996). Foi contudo, na segunda metade da década de 1940, na Estação Experimental de Rothamsted, Inglaterra, que o preparo do solo passou a ser considerado dispensável, desde que não houvesse competição por plantas espontâneas (KORONKA, 1973). Para a identificação desse processo surgiram as expressões *zero-tillage*, *no-tillage*, *no-till*, *direct-seeding*, *direct drilling*, *sod-planting*, *sod-seeding*, *chemical-ploughing*, *direct-planting*, *residue farming* (BAKER et al., 1996) e *plowless farming* (LITTLE, 1987) que, no Brasil, foram traduzidas para “semeadura direta” ou “plantio direto” e, na atualidade, para “sistema plantio direto”.

O plantio direto, entretanto, só se tornou viável, em áreas extensivas de lavoura, a partir do desenvolvimento da tecnologia de controle químico de plantas espontâneas (DERPSCH, 1998). O pioneirismo nessa linha tecnológica é creditado à Imperial Chemical Industries (ICI) da Inglaterra, por ter lançado no mercado, em 1961, a molécula denominada *Paraquat*, herbicida de contato e de ação total. O desenvolvimento dessa molécula é considerado como o evento de maior relevância para a propulsão do plantio direto em larga escala.

A primeira lavoura comercial motomecanizada sob plantio direto, de que se tem notícia, foi implementada por Harry Young e Lawrence Young, em Herndon, Kentucky, Estados Unidos da América. Essa lavoura resultou de

uma ação articulada com a indústria de máquinas agrícolas Allis-Chalmers Manufacturing Co., que, em 1966, lançou a primeira semeadora para plantio direto, com disco ondulado para corte frontal da palha (PHILLIPS; YOUNG, 1973). Em 1967 esses agricultores viabilizaram a sucessão de culturas de trigo/soja em decorrência do ganho de tempo na semeadura da soja, efetuada em seqüência imediata à colheita de trigo, proporcionado pelo plantio direto (DERPSCH, 2007).

Introdução do sistema plantio direto no Brasil

O ano de 1969 é apontado como o do marco histórico da introdução do plantio direto no Brasil. Nesse ano, os professores Newton Martins e Luiz Fernando Coelho de Souza, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) semearam, experimentalmente, no Posto Agropecuário do Ministério da Agricultura, em Não-Me-Toque, Rio Grande do Sul, um hectare de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], sem preparo prévio de solo, mantendo os resíduos da cultura antecedente na superfície do solo. A semeadura foi realizada com uma semeadora específica para plantio direto, marca Buffalo, importada dos Estados Unidos da América pela UFRGS, pelo convênio entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (Usaid). Essa é considerada a primeira operação de plantio direto, em escala de lavoura motomecanizada, que se tem registro no Brasil. Lamentavelmente, a experiência não teve continuidade, pois a semeadora, logo a seguir, foi acidentalmente destruída em um incêndio (BORGES, 1993).

O processo de introdução do plantio direto no Brasil, a partir desse fato, voltou a ter registros em 1971 com o estabelecimento de ensaios com a sucessão de culturas trigo/soja, no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária Meridional/Ministério da Agricultura (Ipeame/MA), nas estações experimentais de Londrina e de Ponta Grossa, Paraná (REUNIÃO..., 1977), bem como na Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa da Fecotrig (Fundacep) em Cruz Alta, Rio Grande do Sul (BORGES, 1993). Há também registro de que, em 1972, ensaios similares foram implementados na Estação Experimental de Passo Fundo, Rio Grande do Sul (REUNIÃO..., 1977), No Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, atualmente Embrapa Trigo, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Esses primeiros estudos objetivaram comparar o comportamento da sucessão de culturas trigo/soja, conduzida sob plantio direto e sob preparo convencional, quanto à produtividade de grãos, ao manejo de plantas espontâneas, ao efeito

residual da calagem e da fertilização com fósforo e potássio, e à influência em parâmetros físicos de solo (REUNIÃO..., 1977). Somente a partir de 1975 é que o plantio direto passou a ser incorporado, de modo sistemático, nos programas de outras instituições de pesquisa do País.

A ICI do Brasil ocupou lugar de destaque no processo de viabilização do plantio direto no Brasil. A partir de 1972, além da implementação de intenso processo de difusão dessa técnica junto a produtores rurais, mediante ações de desenvolvimento de mercado para os herbicidas que detinha, foram incentivadas e apoiadas inúmeras entidades de pesquisa a efetuarem investigações técnico-científicas orientadas à avaliação de sistemas de manejo de solo e níveis de fertilizantes sobre a produtividade das culturas, ao desenvolvimento de equipamentos para semeadura e aplicação de herbicidas e, fundamentalmente, ao manejo de plantas espontâneas (BORGES, 1993).

Essas constatações demonstram que o processo de introdução do plantio direto no Brasil ocorreu, praticamente, de forma simultânea em nível de pesquisa e em escala de lavoura. Como é próprio de processos de pesquisa demandarem determinado tempo para a geração de conhecimentos e para transformarem conhecimentos em tecnologia pronta para uso, a adequação do plantio direto aos agroecossistemas do Brasil não fugiu à regra. Houve nítida defasagem de tempo entre as demandas tecnológicas emanadas dos produtores rurais, pioneiros na adoção do plantio direto no País, e as soluções tecnológicas geradas pela pesquisa e transferidas à assistência técnica.

A percepção mais imediata e de maior evidência motivacional à adoção do plantio direto foi a eficiência no controle da erosão hídrica (Tabela 2). A partir dessa relevante contribuição à conservação do solo, o plantio direto passou a ser adotado e entendido, simplesmente, como um método alternativo de preparo de solo, com potencial para minimizar a intensa erosão hídrica instalada.

A partir da década de 1980, porém, essa visão reducionista do plantio direto assumiu abrangência holística e sistêmica. O plantio direto passou a ser interpretado como uma ferramenta da agricultura conservacionista, sendo conceituado como sistema de exploração agropecuário, constituído por um complexo de tecnologias que envolve, necessariamente, diversificação de espécies, via rotação de culturas, as quais são estabelecidas mediante mobilização de solo, exclusivamente, na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais da cultura anterior na superfície do solo. Em outras palavras, o sistema plantio direto passou a ser entendido como um complexo tecnológico capaz de viabilizar o ato de semear, sem prévio preparo de solo, de modo contínuo. É, portanto, esse complexo tecnológico que justifica a atual expressão “sistema plantio direto”.

Evolução do sistema plantio direto no Brasil

Uma análise global da evolução da área sob plantio direto no Brasil denota que esse processo pode ser descrito por uma típica curva exponencial (Fig. 1). Entretanto, observação mais detalhada indica que essa curva apresenta, nitidamente, dois pontos de inflexão – 1979 e 1991 –, os quais determinam três distintos períodos com diferentes taxas de adoção do plantio direto no País, expressas pelo coeficiente angular das equações ajustadas (Fig. 1).

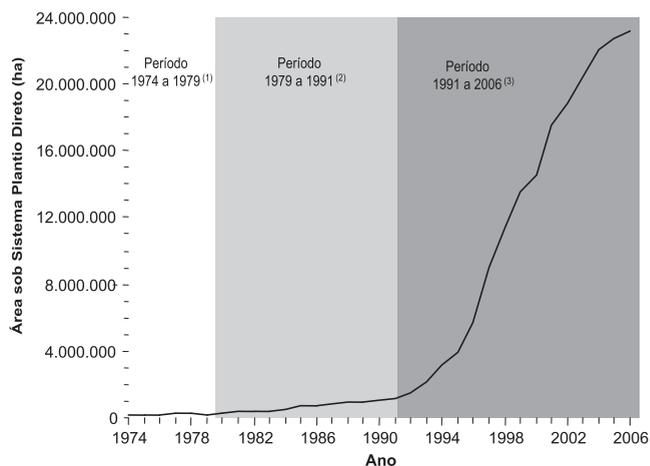


Fig. 1. Evolução da área cultivada sob sistema plantio direto no Brasil, no período de 1974 a 2006, com destaque para períodos de diferentes taxas de adoção.

⁽¹⁾ Período de 1974 a 1979: $Y = 11.901X - 2,34 \times 10^7$ $R^2 = 0,84$.

⁽²⁾ Período de 1979 a 1991: $Y = 79.016X - 1,56 \times 10^8$ $R^2 = 0,99$.

⁽³⁾ Período de 1991 a 2006: $Y = 1.709.957X - 3,40 \times 10^9$ $R^2 = 0,98$.

Fonte: Adaptado de FEBRAPDP (2007).

No período antecedente a 1979 a inadequação de equipamentos, a carência de conhecimentos técnicos e a inexistência de capacitação específica para assistentes técnicos geraram grande instabilidade no processo de adoção. Era comum o abandono do plantio direto após períodos de 3 a 4 anos de adoção, se não já no segundo ano. Em decorrência, a área mantida sob plantio direto ora crescia, ora decrescia, sendo raros os produtores que mantiveram continuamente o plantio direto, com sucesso, desde a introdução do sistema no País. Assim, no período transcorrido entre 1974 e 1979 a curva de evolução da área de lavoura sob plantio direto, interpretada de forma linear, apresentou baixo coeficiente angular, correspondente a 11.901 ha/ano (Fig. 1).

Nesse período, as semeadoras específicas para plantio direto, tanto importadas como nacionais, apresentavam limitações operacionais. Os herbicidas de contato e de ação total destinados à dessecação de plantas espontâneas em pré-semeadura apresentavam limitações técnicas. Certas espécies de plantas espontâneas eram apenas desfolhadas por esses herbicidas e, com frequência, rebrotavam e perenizavam na lavoura. O controle de plantas espontâneas em pós-emergência era insatisfatório, tanto pela limitada eficiência técnica dos herbicidas seletivos quanto pela impossibilidade de

capina mecanizada, em decorrência da presença de palha na superfície do solo. O uso de herbicidas pré-emergentes era de elevado custo pois requeria, normalmente, o dobro da dose indicada para o preparo convencional, em razão da manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. A tecnologia de aplicação de herbicidas dessecantes em pré-semeadura e pós-emergência era pouco desenvolvida. Os modelos de produção predominantes eram a sucessão de culturas trigo/soja e a monocultura de soja – pousio invernal/soja. O uso continuado desses modelos de produção contribuía para a proliferação de fitopatógenos, favorecia a seletividade e a predominância de certas espécies de plantas espontâneas e gerava quantidade insuficiente de resíduos culturais para proporcionar os benefícios associados à cobertura morta. Os eventos de capacitação técnica em plantio direto reuniam, indistintamente, assistentes técnicos e produtores rurais e eram caracterizados como atividades típicas de desenvolvimento de produto e de mercado. Embora essas atividades, transfiguradas em ações de difusão de tecnologia, tenham sido intensamente realizadas, o aspecto conservacionista, fortemente convincente ante o agravante processo de erosão e de degradação de solo instalado, por si só não sustentavam a adoção do plantio direto.

O período de 1979 a 1991 foi caracterizado pela implementação de uma diversidade de eventos, atividades e atitudes com vistas a ampliar conhecimentos, aprimorar processos e equipamentos e organizar a difusão e a divulgação do plantio direto. Em conseqüência, a curva de evolução da área de lavoura sob plantio direto, interpretada de forma linear, apresentou considerável crescimento do coeficiente angular em relação ao período anterior, indicando que a taxa de adoção passou de 11.901 ha/ano para 79.016 ha/ano (Fig. 1).

Nesse período, teve início a formação de grupos de troca de experiência envolvendo produtores rurais, assistentes técnicos e pesquisadores. Esses grupos, denominados de Clube da Minhoca, criado em 1979, em Ponta Grossa, Paraná, e de Clubes Amigos da Terra, formados a partir de 1982, em pelo menos 21 municípios do Rio Grande do Sul, tinham por objetivo difundir experiências positivas e buscar soluções para os problemas encontrados na condução da lavoura, na tentativa de suprir lacunas do conhecimento ainda não preenchidas pela pesquisa. Atitudes dessa natureza, indubitavelmente, constituíram, e ainda constituem, os mais expressivos atos de fomento e de subsídio à evolução do sistema plantio direto (SPD) no Brasil, gerando demandas, soluções e influenciando toda diversidade de segmentos relacionados à agricultura – científico, técnico, econômico, político, social e ambiental. Nesse contexto, o Clube da Minhoca, destacado como o principal pólo difusor de plantio direto da época, pode ser apontado como o desencadeador desse processo a partir das três primeiras edições do *Encontro Nacional de Plantio Direto*, realizadas em Ponta Grossa, Paraná, nos anos de 1981, 1983 e 1985.

Em 1983, a Embrapa firmou um acordo de cooperação técnica com a Cooperativa Central de Laticínios do Paraná com o objetivo de desenvolver pesquisa em plantio direto. Desse convênio, resultou a publicação do primeiro periódico de circulação nacional, específico para o tema plantio direto, denominado *Informativo Plantio Direto*.

Em 1984, as cooperativas dos Campos Gerais do Paraná, Arapoti, Batavo e Castrolanda criaram a Fundação ABC, com a missão de promover pesquisa adaptativa inteiramente associada à assistência técnica e aos produtores (EMPRESA..., 2007). Nesse mesmo ano, na Embrapa Trigo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, culturas anuais produtoras de grãos foram implantadas em campo natural, empregando a tecnologia de plantio direto, em atendimento à crescente demanda para ampliação da fronteira agrícola em áreas de campo natural com solos de textura franco-arenosa (TOMASINI et al., 1986).

Destacam-se, ainda, nesse período, avanços da pesquisa brasileira em relação ao manejo de plantas espontâneas, à tecnologia de pulverização, ao desenvolvimento de semeadoras, à calagem, à adubação e à integração lavoura-pecuária (ILP), em ampla interação com grupos de troca de experiência com o setor agroindustrial e com produtores rurais.

O manejo de plantas espontâneas foi aprimorado pela maior diversidade e seletividade dos herbicidas pós-emergentes. O processo de semeadura ganhou qualidade e flexibilidade a partir do lançamento de semeadoras equipadas com triplo disco ou com disco duplo defasado.

O impulso tecnológico experimentado pelas semeadoras nacionais nesse período resultou, fundamentalmente, da pesquisa desenvolvida pela equipe de engenharia agrícola estruturada na Embrapa Trigo a partir de 1978, com exclusividade para atuar na mecanização do plantio direto. As ações implementadas priorizaram a introdução, a adaptação e o desenvolvimento de semeadoras e de componentes isolados, com ênfase para elementos rompedores de solo, mediante a integração de esforços da indústria e dos grupos de troca de experiência.

Outra relevante ação dessa época foi a implementação do Projeto Integrado de Uso e Conservação do Solo (Piucs) sob os auspícios da Comissão Estadual Coordenadora da Conservação do Solo no Rio Grande do Sul (Cessolo), contemplando entidades públicas e privadas de ensino, pesquisa, extensão rural, cooperativismo e assistência técnica. Esse projeto, centrado em capacitação técnica e transferência de tecnologia, resultou na percepção de que o plantio direto, para ser viabilizado técnica e economicamente, necessitava ser entendido como um sistema de exploração agropecuária, constituído por um complexo de processos inter-relacionados, complementares e interdependentes (DENARDIN et al., 2001).

A ampliação do enfoque de “plantio direto” para “sistema plantio direto”, diante da percepção de que a viabilização do sistema não estava vinculada única e exclusivamente ao abandono do preparo de solo, mas à associação dessa prática à rotação de culturas e à cobertura permanente do solo, pode ser considerada como marco de inovação tecnológica. Assim, foi em conformidade a essa evidência que o plantio direto passou a ser focado como um sistema de exploração agropecuário constituído por um complexo de tecnologias que envolve, necessariamente, diversificação de espécies, via rotação de culturas, que são estabelecidas mediante mobilização de solo, exclusivamente, na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais da cultura anterior na superfície do solo (DENARDIN et al., 2001).

Sob esse novo enfoque, na região subtropical do País, entre as inúmeras espécies preconizadas para estruturar modelos de produção sob rotação de culturas, em substituição à sucessão de culturas trigo/soja ou pousio invernal/soja, a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) despontou como espécie potencial para pastagem anual de inverno, destinada à terminação de bovinos de corte. Para a safra de verão despontou a cultura de milho para compor rotação com a cultura de soja. Esse novo modelo de produção, entretanto, era técnica e economicamente viável apenas para estabelecimentos rurais capitalizados e de grande porte, que dispunham de infra-estrutura para explorar pecuária de corte e logística para cultivar milho em larga escala, marginalizando sua aplicabilidade a pequenas unidades produtivas dominantes na região (DENARDIN et al., 2001).

Na região tropical do Brasil, o modelo de produção trigo/soja ou pousio invernal/soja passou a ser substituído pela sucessão soja/milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. A cultura de milheto, destinada à cobertura de solo, em razão do regime pluvial da região, caracterizado por deficiência hídrica no inverno, era semeada duas vezes na entressafra de soja – abril e setembro –, representando relevante rubrica do custo de produção a ser ressarcida pela cultura de soja (HERNANI et al., 1995; EMPRESA..., 2007).

Em adição, a indústria de semeadoras para plantio direto postulava a tese de que esse equipamento deveria conter grande peso para viabilizar o corte de resíduos culturais mantidos na superfície do solo. Dessa forma, as semeadoras ofertadas pelo mercado da época eram, exclusivamente, de grande porte e, conseqüentemente, de elevado custo, acessíveis apenas a produtores capitalizados e exploradores de grandes estabelecimentos rurais. Semeadoras dimensionadas para pequenas unidades produtivas e agroecossistemas configurados por solos pedregosos e topografia acidentada não eram, então, comercialmente disponibilizadas.

Assim, embora o aspecto conceitual de plantio direto, naquele momento, tenha evoluído de uma visão reducionista para um enfoque holístico e sistêmico, os modelos de produção preconizados e as semeadoras disponibilizadas configuravam opções tecnológicas descontextualizadas da realidade técnica, fundiária e econômica do agronegócio do País. Ambos os aspectos constituíam limitações à adoção do sistema plantio direto (DENARDIN, 1998).

O período transcorrido a partir do início dos anos de 1990 destacou-se por atitudes e ações que marcaram a institucionalização do SPD como ferramenta da agricultura conservacionista, de elevada eficiência para imprimir sustentabilidade a sistemas agrícolas produtivos, por contribuir, inequivocamente, para a conservação do solo, da água, do ar e da biota de agroecossistemas, bem como para prevenir a poluição e a degradação dos sistemas do entorno. Em decorrência, as resistências à adoção do sistema plantio direto foram superadas, percebendo-se que praticamente a totalidade dos segmentos vinculados à agricultura passaram a incorporar ações dirigidas ao desenvolvimento e ao aprimoramento do sistema. Esse nível de institucionalização do SPD envolveu, também, agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica e à formação de recursos humanos, que passaram a considerar essa demanda.

Nesse contexto, fato de relevância foi a constatação de que inúmeras instituições de pesquisa passaram a implementar investigações com base nos fundamentos do modelo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), junto a entidades de extensão rural, assistência técnica e cooperativismo, bem como a grupos de troca de experiências e outras organizações de produtores rurais do País, em substituição aos programas típicos de desenvolvimento de mercado até então predominantes, promovidos e liderados por empresas produtoras de insumos e de equipamentos.

O modelo de P&D caracteriza-se pela diversificação de personagens, fruto da obrigatoriedade de ações interdisciplinares e interinstitucionais, em que as ações de “pesquisa” constituem os processos de busca e de entendimento do desconhecido, e as ações de “desenvolvimento”, a aplicação do conhecimento para a geração de tecnologia pronta para uso. Nesse modelo, está implícito que a geração e a transferência de tecnologia são componentes de um mesmo processo contínuo e cíclico, em que o início e o término das ações acontecem com os usuários, os clientes e os beneficiários do sistema agrícola produtivo (DENARDIN, 1997). Modelo de investigação semelhante a esse já vinha sendo praticado, com êxito, a partir de meados dos anos de 1980 pela Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, no Paraná, e pela Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (Fundacep) no Rio Grande do Sul.

Exemplo de aplicação desse modelo foi o Projeto Metas – Viabilização e Difusão do Sistema Plantio Direto no Rio Grande do Sul, implementado no período de 1993 a 1998 mediante ações multidisciplinares e parceria de entidades públicas e privadas dos segmentos pesquisa, ensino, extensão rural, cooperativismo, assistência técnica, administração pública municipal e comércio e indústria de insumos e de equipamentos agropecuários. O resultado de maior impacto gerado por esse projeto foi a expressiva contribuição para a expansão do SPD no Rio Grande do Sul, que passou de 320 mil hectares, em 1992, para 3.817.000 ha em 1998 (DENARDIN, 1998). Projetos dessa natureza assumem relevância por implementarem ações de P&D oriundas de demandas regionalizadas, em que a realidade técnica e econômica do agronegócio, os aspectos sociais e as características do agroecossistema, como estrutura fundiária, tipo de solo, topografia, logística de lavoura, de transporte e de armazenagem, são consideradas e valorizadas.

Concomitantemente à crescente implementação do modelo de P&D, focado no aprimoramento e na expansão do SPD no País, foi criada, em 1990, no âmbito da região tropical brasileira, a Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC). Em 1992, foram criadas a Confederação de Associações Americanas para a Produção da Agricultura Sustentável (Caapas), e a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP). Essas entidades, resultantes da necessidade de estruturação dos inúmeros grupos de troca de experiência em proliferação no Brasil e no Continente Americano, foram criadas com a missão de congregar produtores rurais e entidades de pesquisa, de extensão rural e de assistência técnica, de natureza pública e privada, bem como fornecedoras de insumos e de equipamentos, a promoverem intercâmbio de experiências, capacitação técnica e aperfeiçoamento profissional, com a finalidade de gerar, desenvolver, validar, transferir e difundir tecnologias orientadas à otimização do sistema plantio direto. Em decorrência, proliferaram reuniões, seminários, simpósios e congressos, em escala regional, nacional e internacional, focados no sistema plantio direto objetivando oportunizar trocas de experiências, promover socialização do conhecimento e difundir tecnologias mediante contatos pessoais, demonstrações em escala de lavoura, publicações científicas, técnicas e jornalísticas, assim como elaboração, divulgação e encaminhamento de moções reivindicatórias de natureza política, econômica, social e ambiental. Essas entidades foram e ainda são responsáveis por um eficiente e singular processo de fomento ao desenvolvimento do SPD no Brasil e na América Latina. Às ações empreendidas ou promovidas por essas organizações, indubitavelmente, pode-se creditar o grau de institucionalização que o sistema plantio direto representa atualmente.

Em referência aos aspectos de natureza tecnológica, semeadoras para plantio direto experimentaram, nesse período, exitoso processo de aprimoramento, passando a competir, técnica e economicamente, no mercado externo e no interno.

Contudo, em decorrência da estrutura fundiária predominante no Brasil, caracterizada por mais de 97 % dos estabelecimentos rurais com menos de 100 ha, o início dos anos de 1990 foi marcado pela transformação de semeadoras originalmente projetadas para preparo convencional em semeadoras com performance para operar em sistema plantio direto. Na segunda metade dos anos de 1990 a indústria nacional passou a industrializar semeadoras acessíveis também por estabelecimentos rurais de médio porte, promovendo maior compatibilidade entre equipamentos e estrutura fundiária do País. Em adição, semeadoras específicas para trabalhos de pesquisa em sistema plantio direto foram projetadas, desenvolvidas e disponibilizadas no mercado. Semeadoras manuais, de tração animal e tratória e autopropelida, foram desenvolvidas e aprimoradas em atendimento à demanda oriunda de pequenos estabelecimentos rurais, caracterizados por relevo acidentado e solo pedregoso.

Essa singular evolução de semeadoras para plantio direto, sem dúvida, resultou da interação pesquisa-indústria, desencadeada pela Embrapa, mediante intercâmbio, consolidação de conhecimentos e avaliação de desempenho dinâmico, realizada em escala de campo, em mais de 80 % dos modelos comerciais de semeadoras industrializados no País.

A tecnologia de fertilização do solo foi ajustada especificamente para o sistema plantio direto, alterando o procedimento de amostragem de solo, o método de correção da acidez do solo e os critérios para o estabelecimento da dose de fertilizante para cada espécie cultivada (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004; WIETHÖLTER, 2000). A amostragem de solo foi limitada à camada de 0 m a 0,10 m e o número de subamostras passou a ser dependente do espaçamento entre as linhas da cultura presente na lavoura no momento da amostragem. O uso de calcário, como corretivo da acidez do solo, foi reduzido em até 66 %. O critério para o estabelecimento da dose de fertilizante assumiu a exportação potencial de nutrientes, pelas culturas, em decorrência da redução da erosão do solo e da menor imobilização de determinados nutrientes pela fração argila (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004; CORREIA et al., 2004).

Do ponto de vista da microbiologia do solo, a elucidação do potencial do sistema plantio direto em seqüestrar carbono, em razão da redução do coeficiente metabólico do solo e do aumento da biomassa microbiana do solo (HUNGRIA et al., 2002; BALOTA et al., 2003), vem valorizando a conotação

de “tecnologia limpa”, já creditada ao sistema. Essa maior retenção de compostos orgânicos no solo sob SPD tem sido associada ao aumento da agregação do solo, que protege fisicamente a matéria orgânica contra a ação dos microrganismos (BEAR et al., 1995). A percepção de que o sistema plantio direto favorece a sobrevivência de *Rhizobium* e de *Bradyrhizobium*, e induz plantas de soja e de feijoeiro a manifestarem genes indutores de nodulação, confere ao sistema maior potencial de fixação biológica de nitrogênio e, conseqüentemente, maior equilíbrio ao balanço de nitrogênio e maior produtividade (FERREIRA et al., 2000).

O manejo integrado de plantas espontâneas, um dos problemas de maior complexidade e de maior custo operacional do sistema, foi consideravelmente aprimorado pela diversidade de herbicidas ofertados, pela evolução de equipamentos e pelo aprimoramento da tecnologia de aplicação. A introdução da soja transgênica, Soja Roundup Ready®, a partir do início dos anos de 2000, facilitou bastante o manejo de plantas espontâneas em razão da elevada seletividade e da flexibilidade temporal para a aplicação do princípio ativo glifosato. Essa inovação tecnológica pode ser considerada como importante fator impulsionador da adoção do sistema plantio direto, nesse período.

O vencimento da patente de considerável número de herbicidas, essenciais para o êxito do manejo integrado de plantas espontâneas, e a conseqüente fluência de produtos genéricos, acirrou a concorrência no mercado de herbicidas, resultando em expressiva queda no preço desse insumo. Nesse sentido, destaque é referido aos herbicidas genéricos de princípio ativo glifosato. O preço por litro do glifosato, comercializado pela Monsanto, por exemplo, decresceu de R\$ 85,34², no ano de 1986, para R\$ 15,43² em 2000 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) e para R\$ 8,00² atualmente. A queda do preço de herbicidas, associada à economia de mão-de-obra, de hora-máquina, de combustível, de calcário e de fertilizante (Tabela 3), contribuiu, expressivamente, para a redução do custo de produção da lavoura sob o SPD, tornando o fator de maior contribuição motivacional à adoção.

No âmbito da diversidade de agroecossistemas das regiões subtropical e tropical do Brasil, a contextualização de modelos de produção, estruturados em sistemas de rotação de culturas, ocorreu mediante a conversão do sistema agrícola produtivo de grãos para a integração lavoura-pecuária e a intensificação da exploração agrícola pela instituição do processo concatenado e ininterrupto de colher-semear³.

² US\$ 48,32; US\$ 8,74; US\$ 4,53; valor do dólar em outubro de 2007: R\$ 1,766.

³ Redução ou supressão do período de entressafra – minimização do intervalo entre colheita e semeadura.

Tabela 3. Redução da demanda de alguns parâmetros econômicos, resultante da adoção do sistema plantio direto no Brasil.

Parâmetro econômico	Redução da demanda
Óleo diesel	59,30 litros/ha.ano
Mão-de-obra	4,77 horas/ha.ano
Hora-máquina	5,23 horas/ha.ano
Perda de solo por erosão	14,00 t/ha.ano
Perda de fósforo por erosão	10,00 kg/ha.ano
Perda de potássio por erosão	13,00 kg/ha.ano

Fonte: Adaptado de Denardin (1998).

Na região subtropical, a conseqüente oferta de biomassa, resultante da diversificação de culturas e do cultivo de espécies forrageiras anuais de inverno (Tabela 4), bem como a ampliação regional de indústrias de laticínios, estimulou a expansão da pecuária leiteira por ser uma atividade plenamente compatível com a infra-estrutura de estabelecimentos rurais de médio e pequeno porte. Nesse sentido, espécies cultivadas para cobertura de solo passaram a ser substituídas por espécies produtoras de forragem. A produção de leite na Região Fisiográfica Planalto Médio, do Rio Grande do Sul, por exemplo, que, no início dos anos de 1990 era da ordem de 8 milhões de litros por ano, passou para mais de 340 milhões de litros em 2002.

Em referência ao processo colher-semear, exemplo de sucesso na região subtropical vem sendo proporcionado pela cultura de milho. Considerada como cultura de natureza multissazonal em razão da diversidade de híbridos e de cultivares com ciclos que variam de superprecoce a tardio, e com aptidão para cultivo em todas as estações do ano, o milho tem flexibilizado a estruturação de modelos de produção e permitido aumentar o número de safras por ano agrícola (Tabela 4).

Na região tropical, a cultura de milheto cultivada como cobertura de solo, no início dos anos de 1990, passou a ser utilizada como pastagem anual, estimulando a integração lavoura-pecuária como alternativa para ressarcir o custo de produção conferido, até então, à cultura de soja (HERNANI et al., 1995; EMPRESA..., 2007). Contudo, o regime pluvial da região, caracterizado por rigoroso déficit hídrico no inverno, constituía fator limitante à quantidade e à qualidade de forragem ofertada pelo milheto nos meses de julho a setembro. Portanto, a fragilidade técnica e econômica da sucessão soja/milheto demandou que a pesquisa apresentasse solução tecnológica, resultando no desenvolvimento de cultivares de soja e de híbridos de milho de ciclo mais

Tabela 4. Modelos de produção, em cultivo sob sistema plantio direto, praticados nas regiões subtropical e tropical do Brasil.

Sistema	Ano 1			Ano 2		
	Out. Nov. Dez. Jan. Fev. Mar. Abr. Maio Jun. Jul. Ago. Set. Out. Nov. Dez. Jan. Fev. Mar. Abr. Maio Jun. Jul. Ago. Set.					
I		Soja ou milho (grão)	Cereal de inverno (grão ou pastagem)		Soja ou milho (grão)	Cereal de inverno (grão ou pastagem)
II		Milho (grão)	Nabo forrageiro (cobertura)	Cereal de inverno (grão ou pastagem)		Cereal de inverno (grão ou pastagem)
III		Soja (grão)	Milho (cobertura)	Pousio	Milho (cobertura)	Milho (cobertura)
IV		Soja (grão)	Milho (pastagem)	Pousio	Milho (cobertura)	Milho (pastagem)
V		Soja (grão)	Milho safrinha ⁽²⁾ (grão)	Pousio	Soja (grão)	Algodão safrinha ⁽²⁾ (grão)
VI		Soja (grão)	Milho safrinha + Braquiária ⁽³⁾ (grão)	Braquiária (pastagem)	Soja (grão)	Milho safrinha + Braquiária ⁽³⁾ (grão)

⁽¹⁾ I e II = Modelos de produção, em cultivo sob sistema plantio direto, praticados na região subtropical do Brasil. III, IV, V e VI = Modelos de produção, em cultivo sob sistema plantio direto, praticados na região tropical do Brasil.

⁽²⁾ Milho cultivado como safra secundária, imediatamente em seqüência à safra principal.

⁽³⁾ Braquiária consorciada com milho safrinha, semeada simultaneamente ou em pós-emergência com milho (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Obs.: Soja [Glycine max (L.) Merrill]; milho (Zea mays L.); cereal de inverno = trigo (Triticum aestivum), cevada (Hordeum vulgare), aveia (Avena spp.), centeio (Secale cereale L.), triticale (X Triticosecale Wittmack); nabo forrageiro (Raphanus sativus L.); milho [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.]; algodão (Gossypium hirsutum L.); braquiária (Brachiaria spp.).

Fonte: Denardin et al. (1998).

curto e, conseqüentemente, na viabilização da sucessão soja/milho safrinha⁶ (Tabela 4).

A redução do ciclo dessas espécies, em mais de 30 dias, propiciou mudança radical nos modelos de produção na Região Tropical do País, instituindo o binômio safra-safrinha, que passou a representar a duplicação da safra de grãos em uma mesma safra agrícola. Essa inovação tecnológica, resultante de ações interdisciplinares, pode ser apontada como responsável por parte do expressivo aumento de produção de grãos do País, sem a devida expansão da área cultivada.

Embora a sucessão de culturas soja/milho safrinha tenha imprimido à agricultura tropical maior competitividade econômica, apresentava problemas similares aos das sucessões soja/trigo e soja/milheto, caracterizados pelo pousio invernal e pela limitada diversidade de espécies contempladas pelos modelos de produção. A partir dos anos de 2000, entretanto, essa sucessão foi aprimorada mediante consorciação de milho safrinha e cultivares de *Brachiaria* spp. ou de *Panicum* spp., tolerantes ao acentuado déficit hídrico da região, viabilizando a integração lavoura-pecuária com oferta de forragem durante o período invernal.

O novo modelo de produção criado, denominado de Santa Fé (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003), singularmente estruturado por rotação e consorciação de culturas anuais e semiperenes (soja/milho safrinha + pastagem) sob o sistema plantio direto, caracteriza-se por: manter o solo permanentemente coberto com plantas vivas e/ou mortas; instituir o processo colher-semear, suprimindo períodos de entressafra; manter permanente aporte de material orgânico ao solo, mesmo no período de déficit hídrico; e gerar benefícios decorrentes da rotação de culturas e da diversidade de formas de exploração, principalmente, de natureza econômica. As imagens expressas nas Fig. 2 e 3 retratam o binômio safra/safrinha + pastagem na região tropical do Brasil, explicitando o processo colher-semear.

A evolução de sistemas agrícolas produtivos tanto na Região Subtropical como na Região Tropical do Brasil, fundamentada nos princípios do sistema plantio direto e no uso de culturas oriundas de programas de melhoramento vegetal orientados à criação de cultivares com flexibilidade para compor novos modelos de produção associado à correção de deficiências químicas do solo e à nutrição equilibrada das plantas cultivadas, segundo princípios da agricultura de precisão, possivelmente, esteja tornando a agricultura brasileira na mais moderna e eficiente agricultura conservacionista praticada no mundo. Percebe-se, portanto, que é a interação entre o sistema plantio

⁶ Milho cultivado como safra secundária, imediatamente em seqüência à safra principal.

Foto: Dirceu Neri Gassen



Fig. 2. Colheita da cultura de aveia preta (*Avena strygosa* Schneb.) e sementeira da cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em lavoura conduzida sob sistema plantio direto, em Palmeira, Paraná, na região subtropical do Brasil, caracterizando o processo colher-semear.

Foto: Luiz Carlos Babbino



Foto: Dagoberto Ludwig

Fig. 3. A) Lavoura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com braquiária (*Brachiaria* spp.), nos estádios de maturação; B) Colheita conduzida sob sistema plantio direto, na região tropical do Brasil.

direto e as espécies/cultivares portadoras de características específicas que otimizam o sistema agrícola produtivo e imprimem caráter de sustentabilidade aos agroecossistemas.

O efeito dessa convergência de percepções e dessas inovações tecnológicas promotoras de vantagens econômicas e, conseqüentemente, instigadoras de tomadas de decisão, resultou em vertiginoso e singular incremento da taxa anual de adoção do SPD no Brasil. O coeficiente angular da curva de evolução da área de lavoura sob o sistema plantio direto, interpretada de forma linear, cresceu mais de 21 vezes, passando de 79.016 ha/ano, do período anterior, para 1.709.957 ha/ano a partir de 1991 (Fig. 1). O elevado coeficiente de determinação do segmento de reta, que representa esse período ($R^2 = 0,98$),

expressa consistência no processo de adoção do sistema plantio direto, evidenciando que a tecnologia preconizada vem sendo plenamente aceita pelos usuários. A magnitude dessa taxa de adoção do sistema plantio direto pode ser interpretada como uma revolução da agricultura brasileira.

Considerações finais

A agricultura conservacionista, por muito tempo, restringiu-se a um enfoque reducionista, estando associada, única e exclusivamente, ao grau de redução da intensidade de mobilização do solo em relação ao preparo convencional, praticado mediante aração e gradagem. Na atualidade, a agricultura conservacionista é entendida como um complexo tecnológico de enfoque holístico que objetiva preservar, melhorar e otimizar os recursos naturais mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizado com o uso de insumos externos.

O conjunto de processos tecnológicos contemplados pelo atual enfoque da agricultura conservacionista pode ser considerado um dos mais notáveis progressos do desenvolvimento agrícola das últimas décadas por envolver redução ou eliminação de mobilizações de solo, preservação de resíduos culturais na superfície do solo, manutenção de cobertura permanente do solo, ampliação da biodiversidade mediante o uso de rotação de culturas, diversificação de sistemas agrícolas produtivos como agropastoris, agroflorestais e agrossilvipastoris, manejo integrado de pragas, de patógenos e de plantas espontâneas, controle de tráfego de máquinas e de equipamentos, uso preciso de agroquímicos, etc., processos esses que constituem os pilares de sustentação de um modelo holístico de produção, conservando o solo, a água, o ar e a biota de agroecossistemas.

No Brasil, a atual abordagem da agricultura conservacionista é contextualizada no âmbito do sistema plantio direto, que vem sendo interpretado como um meio para imprimir sustentabilidade à agricultura.

O plantio direto – focado como um sistema de exploração agropecuária e fundamentado na diversificação de espécies, via rotação e/ou consorciação de culturas, na mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, na manutenção permanente da cobertura do solo e na minimização do intervalo entre colheita e semeadura, objetivando estabelecer um processo contínuo colher-semear – constitui um complexo de tecnologias de processo, de produto e de serviço que submete o sistema agrícola produtivo a um menor grau de perturbação quando comparado a outras formas de manejo que empregam mobilização de solo. Em síntese, o sistema plantio direto constitui ferramenta da agricultura conservacionista capaz de viabilizar o ato de semear sem

preparo prévio do solo – semeadura direta – de modo contínuo. Em consequência, esse conjunto de tecnologias requer menor infra-estrutura de máquinas e de equipamentos, demanda menor força de trabalho e menos energia fóssil, beneficia a atividade biológica do solo, favorece o controle biológico de pragas, de doenças e de plantas daninhas, minimiza a erosão, otimiza a utilização de fertilizantes, instiga os processos de floculação e de agregação do solo e o desenvolvimento da estrutura do solo, reduz a taxa de mineralização da matéria orgânica e desacelera a taxa de ciclagem ou de reciclagem de nutrientes, estabelecendo sincronismo com a taxa de crescimento das formas de vida presentes. Portanto, o SPD, comparativamente a outras formas de manejo, potencializa a obtenção do equilíbrio dinâmico do agroecossistema, disciplinando os fluxos de entrada e de saída de energia e de matéria do sistema, e conserva o respectivo potencial biológico, reservando-lhe maior capacidade de auto-reorganização. A adoção do sistema plantio direto objetiva expressar o potencial genético das espécies cultivadas pela maximização do fator ambiente e do fator solo, sem degradar os recursos naturais, permitindo-lhes atuar como mecanismos de transformação, de reorganização e de manutenção da agricultura.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DEFENSIVOS GENÉRICOS. **Histórico de preços**. Disponível em: <<http://aenda.org.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2007.
- ÂNGULO, R. J.; ROLOFF, G.; SOUZA, M. L. P. Relações entre a erodibilidade e agregação, granulometria e características químicas de solos brasileiros **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 133-138. 1984.
- BAKER, C. J.; SAXTON, K. E.; RITCHIE, W. R. **No-tillage seeding: science and practice**. Wallingford: CAB International, 1996. 258 p.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R.P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils** v. 38, p. 15-20, 2003.
- BEAR, M. H. et al. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant Soil**, v. 170, p. 5-22, 1995.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, SP: Livrocere, 1985. 392 p.
- BORGES, G. de O. Resumo histórico do Plantio Direto no Brasil. In: EMBRAPA. **Plantio Direto no Brasil**. Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Embrapa-CNPT / Fecotrig / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. p.13-18.
- CASTRO, O. M.; LOMBARDI NETO, F.; DECHEN, S.C.F. Manejo da sucessão soja-trigo e as perdas por erosão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., Curitiba, PR. 1983. **Resumos...** Curitiba, PR, SBSC. p.103. 1983.
- COGO, N. P.; DREWS, C. R.; GIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba, Ijuí e Passo Fundo, no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS. 1978. **Anais...** Passo Fundo, RS, Embrapa-CNPT, p.145-152. 1978.

COOPLANTIO. **Galeria de fotos**. Disponível em: <<http://www.cooplantio.com.br/?on=galeria&in=foto&id=576>>. Acesso em: 31 jan. 2007.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap 1. p. 29-61. 2004.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura: resumo. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 2, 2001.

DEDECEK, R. A. Capacidade erosiva das chuvas de Brasília-DF. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS. 1978. **Anais...** Passo Fundo, RS, Embrapa-CNPT, p. 157-166. 1978.

DEDECEK, R.A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. de. **Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural**. Campinas, SP. Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 10, n. 3, p. 265-272, 1986.

DENARDIN, J. E. **Parceria entre empresas públicas e privadas na pesquisa e na difusão do sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS: Projeto Metas e Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/Embrapa Trigo, 1997. (Boletim Técnico).

DENARDIN, J. E. Project metas - a partnership in research and development applied to the no-tillage system in southern Brazil. In: ATELIER INTERNATIONAL SUR LA GESTION AGROBIOLOGIQUE DES SOLS ET SYSTEMES DE CULTURE, 1998, Antsirabe. **Proceedings...** Paris: Cirad, 1998. p. 26-27.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A. **Evolução da área cultivada sob sistema plantio direto no Rio Grande do Sul** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 32 p. (Documentos, 29).

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; AMBROSI, I. Projeto METAS – impactos econômicos, ambientais e sociais advindos da adoção do plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 6., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Associação Brasileira de Plantio Direto do Cerrado/APDC, 1998. 2p.

DENARDIN, J. E.; WÜNSCHE, W. A. Erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, PE. 1980. **Anais...** Recife, PE, URPF. p. 219. 1981.

DERPSCH, R. Historical review of no-tillage cultivation of crops. In: SEMINAR NO TILLAGE CULTIVATION OF SOYBEAN AND FUTURE RESEARCH NEEDS IN SOUTH AMERICA, 1., 1998, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** [Toquiu]: JIRCAS, 1998. p. 1-18. (JIRCAS Working Report n. 13).

DERPSH, R. **Historical review of no-tillage cultivation of crops** Disponível em: <<http://www.rolf-derpsch.com/notill.htm#5>>. Acesso em: 5 jan. 2007.

DERPSCH, R. Importância da cobertura do solo e do preparo conservacionista. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1., e SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO NO PLANALTO, 3., Passo Fundo, RS. 1984. **Anais...** Passo Fundo, RS, PIUCS e Fac. Agronomia UPF. p. 153-166.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Relatório de projeto de pesquisa – Perdas de solo por erosão**. Passo Fundo, RS: Embrapa-CNPT, 1984. 18 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plataforma plantio direto**. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

FEBRAPD. **Área de plantio direto no Brasil** Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/area_PD_Brasil_2002.htm>. Acesso em: 05 jan. 2007.

FERREIRA, M. C.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. M. O.; TAKEMURA, S. M.; HUNGRIA, M. Effects of tillage method and crop rotation on the population sizes and diversity of bradyrhizobium nodulating soybean. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 32, p. 626-637, 2000.

HENKLAIN, J. C.; FREIRE, O. Avaliação do método nomográfico para determinação da erodibilidade de Latossolos do estado do Paraná. Campinas, SP. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 7, n. 2, p. 191-195, 1983.

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SALTON, J. C. **Adubos verdes de outono-inverno no Mato Grosso do Sul** Dourados: Embrapa CPAO, 1995. 93 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; FRANCHINI, J. C.; CHUEIRE, L. M. O.; MENDES, I. C.; ANDRADE, D. S.; COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E. L.; LOUREIRO, M. F. Microbial quantitative and qualitative changes in soil under different crops and tillage management systems in Brazil. In: INTERNATIONAL TECHNICAL WORKSHOP ON BIOLOGICAL MANAGEMENT OF SOIL ECOSYSTEMS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE. **Program, abstracts and relate documents...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 76.

KORONKA, P. Machinery development for direct drilling. **Outlook on Agriculture**, Bracknell, v. 7, n. 4, p. 190-195, 1973.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F. (Ed). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Cap. 15, p. 408-441.

LITTLE, C. E. **Green fields forever** - the conservation tillage revolution in America. Washington: Island Press, 1987. 192 p.

MUZILLI, O. 1999. Plantio direto em solos de baixa aptidão agrícola. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Ed.). **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola** Londrina: Iapar, 1999. p. 100-123 (Iapar. Circular Técnica, 108).

PHILLIPS, S. H.; YOUNG JUNIOR, H. M. **No-tillage farming**. Milwaukee: Reiman Associates, 1973. 224 p.

RESCK, D. V. S. Erodibilidade de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico distrófico fase terraço, localizado na Zona da Mata (MG), determinada com simulador de chuva. Campinas, SP. **Revista Brasileira Ciência do Solo** v. 5, n. 1, p. 7-14, 1981.

REUNIÃO SOBRE PLANTIO DIRETO. Embrapa Soja, Londrina, 23 a 25/agosto/1977. **Síntese...**, Londrina, 1977.

RUFINO, L. R. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o estado do Paraná: segunda aproximação. Campinas, SP. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 10, n. 3, p. 279-281, 1986.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394 p.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, UFRGS, 2002. 126 p.

TOMASINI, R. G. A.; VELLOSO, J. A. R. O.; AMBROSI, I.; PEREIRA, L. R.; AMANTINO, J. K. Produção de grãos em campo bruto melhorado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO SUL, 14., 1986, Chapecó. **Soja: resultados de pesquisa 1985-1986**. Passo Fundo, Embrapa-CNPT, 1986. p. 87-93. (Embrapa-CNPT. Documentos, 9).

WIETHÖLTER, S. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto no Sul do Brasil. In: **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo**, 24. 2000. Santa Maria: UFSM, 2000, UFSM, CD-ROM.

Capítulo 2

Agricultura com base em fixação biológica de nitrogênio

Helvécio De-Polli
Avílio Antônio Franco
José Ivo Baldani

A fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) é um processo metabólico que ocorre exclusivamente nas bactérias diazotróficas, que fornece nitrogênio, proveniente da atmosfera, para o metabolismo formador de proteínas de alguns organismos, incluindo algumas plantas de interesse econômico, processo conhecido desde o século 19 (FRED et al., 1932). Essa via biológica de incorporação do nitrogênio nos ecossistemas terrestres e aquáticos tem propiciado a manutenção dos sistemas naturais e trazido enormes contribuições aos sistemas agrícolas, especialmente em países da América Latina. Com a preocupação da sustentabilidade da agricultura, em seus aspectos de conservação de nutrientes e energia e de combate à poluição, a perspectiva da aplicação dos recursos tecnológicos da FBN é cada vez maior, uma vez que os adubos nitrogenados industriais sintéticos utilizam fontes fósseis de hidrogênio para formar NH_3 , aumentando, assim, a concentração de CO_2 na atmosfera, com agravamento do aquecimento global.

A economia de nitrogênio, por meio de sistemas biológicos, há muito vem sendo reconhecida. Valores estimados por Burns e Hardy (1975) indicam que, anualmente, 175 milhões de toneladas de nitrogênio são fixadas biologicamente no globo, 79 % das quais produzidas nos ecossistemas em terra.

Diversas bactérias são capazes de realizar a FBN usando grande variação de substratos e com diferentes eficiências (Tabela 1). As associações simbióticas das leguminosas com diversas bactérias diazotróficas de diversos gêneros (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium*, *Mesorhizobium* e *Sinorhizobium*), aqui coletivamente chamadas de rizóbios, têm sido as mais estudadas e com maior aplicabilidade agrícola. Recentemente, um grupo de

Tabela 1. Fixação biológica de nitrogênio (FBN) em algumas leguminosas e gramíneas.

Local e espécie	Contribuição da FBN para a nutrição de N da planta (%)	Total de N fixado na cultura por safra (kg N/ha)
Leguminosas		
Brasil		
Soja (<i>Glycine max</i>) ⁽¹⁾	64–81	85–155
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.) ⁽¹⁾	62–81	68–116
Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) ⁽¹⁾	24–76	9–51
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) ⁽¹⁾	15–70	3–32
Outros países		
Soja ⁽²⁾	0–95	0–450
Amendoim ⁽²⁾	22–92	37–206
Feijão-caupi ⁽²⁾	32–89	9–201
Feijão ⁽²⁾	0–73	0–125
Gramíneas		
Brasil		
Capim-pangola (<i>Digitaria decumbens</i> Stent) ⁽³⁾	-	7–22,2
Gramma-batatais (<i>Paspalum notatum</i>) ^(3,4)	-	20–33,8
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ⁽⁵⁾	60–70	60–150
Arroz irrigado (<i>Oryza sativa</i>) ⁽⁵⁾	15–20	20–40

(1) Duque et al. (1985); Boddley et al. (1990).

(2) Peoples et al. (1995).

(3) De-Polli (1975, 1997)

(4) Boddey et al. (1983)

(5) Urquiaga et al., (1992); Boddey et al. (1995) (adaptado DE-POLLI; NEVES, 1986)

Fonte: Elaboração dos autores com dados do IBGE <www.ibge.gov.br>.

bactérias denominado beta-rizóbio e pertencente ao gênero *Burkholderia* foi identificado como responsável pela nodulação em algumas espécies de plantas leguminosas (MOULIN et al., 2001). O potencial de uso desse novo grupo ainda está sendo analisado, já que sua ocorrência se dá na América do Sul e na África. O conhecimento sobre a FBN em gramíneas e em outras plantas não-leguminosas também tem tido grandes avanços, com especial participação dos pesquisadores brasileiros, já havendo várias espécies de bactérias descritas como *Azospirillum brasilense* Cd., *A. amazonense* Magalhães et al., *A. dobereineriae* sp., nov.,

Gluconacetobacter diazotrophicus (Gillis et al.) Yamada et al., *G. johannae* Fuentes-Ramirez et al., *Beijerinckia fluminensis* Döbereiner & Ruschel, *Burkholderia tropica* Reis et al., *Herbaspirillum seropedicae* Baldani et al. e *Azotobacter paspali* Döbereiner. Uma delas foi nomeada em homenagem ao Brasil, duas aos estados onde foram isoladas, Amazonas e Rio de Janeiro, uma ao município, Seropédica e duas à cientista de maior prestígio internacional que liderou os estudos, Johanna Liesbeth Kubelka Döbereiner.

As leguminosas contribuem por meio da fixação biológica com cerca de 40 milhões a 70 milhões de toneladas de nitrogênio por ano em todo o mundo (NAS, 1979a) e esse benefício tem sido apenas parcialmente explorado nos sistemas de produção agrícola. Existem, aproximadamente, 13 mil espécies de leguminosas, sendo a maioria nativa de regiões tropicais. Porém, somente cerca de 100 espécies são cultivadas comercialmente, destacando-se que o potencial de fixação biológica de nitrogênio ainda não está totalmente conhecido ou explorado na maioria dessas espécies (NAS, 1979b). A exploração de insumos biológicos, como os recursos da FBN em sistemas agrícolas, tem tido grandes avanços e muitos desafios foram vencidos pela pesquisa científica. Há exemplos de sucesso marcante no aproveitamento agrícola desse processo, e boa parte desse sucesso ocorreu no Brasil. Há ainda muito a ser entendido e explorado nesse sentido, especialmente com o novo paradigma de sustentabilidade e qualidade ambiental.

Fatores históricos que alavancaram o desenvolvimento da tecnologia

No Brasil, o primeiro documento sobre FBN foi publicado por Passon, em 1908, e, já em 1930, Perrier publicava instruções de como inocular rizóbio para a cultura da alfafa (*Medicago sativa* L.), ambos pesquisadores do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, São Paulo. A aula inaugural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) em 1946, também foi sobre a fixação biológica de nitrogênio (CARVALHO, 1946), uma excelente síntese do livro de Fred, Baldwin e McCoy, publicado em 1932 e que reúne, de forma muito agradável, praticamente todo o conhecimento mundial acumulado sobre FBN em leguminosas até então. Da bibliografia brasileira sobre esse tema, Graça e Franco (1990) compilaram as 864 referências disponíveis na literatura desde o aparecimento da primeira publicação até 1984. Após as primeiras

publicações e estudos, a FBN só foi merecer maior atenção em São Paulo nas décadas de 1960 e 1970, no IAC, sob a liderança do pesquisador Eli Sidney Lopes. Enquanto isso, destacaram-se duas proeminentes competências científicas no estudo das bactérias diazotróficas, organismos fixadores de nitrogênio, surgidas nas décadas de 1950 e 1960. Um dos pesquisadores pioneiros nesses estudos foi Johanna Döbereiner, do Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica (SNPA) do Ministério da Agricultura, depois transformado no Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Centro-Sul (Ipeacs) do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA), atual Embrapa Agrobiologia, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) localizada em Seropédica, no Rio de Janeiro. A outra competência científica em FBN foi João Rui Jardim Freire, pesquisador do Instituto de Pesquisa Agronômica (Ipagro) da Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (Sars) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em Porto Alegre.

A equipe de J. Döbereiner dedicava-se a estudos de diazotróficos, tanto dos grupos não nodulantes, e que vivem no solo, na rizosfera ou dentro dos tecidos de várias espécies vegetais (atualmente conhecidas como endofíticas), como do grupo do rizóbio, que formam nódulos nas raízes de espécies da família Leguminosae. A equipe de Freire dedicava-se, principalmente, ao grupo do rizóbio, com forte atuação na seleção e ecologia e no desenvolvimento de inoculantes para leguminosas. Nessa época, poucos acreditavam no grande potencial da FBN para o setor produtivo e um exemplo curioso disso foi o caso de um estudante de agronomia, dedicado ao estudo de rizóbio em sua iniciação científica, receber o nome da bactéria rizóbio como apelido, tão estranho o nome soava, mesmo entre os universitários da área, fato registrado em placa ainda hoje fixada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Nas décadas de 1960 e 1970, enquanto o melhoramento genético no Brasil adaptava a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para tolerância à baixa latitude (dia curto) e aos solos altamente intemperizados do Brasil tropical, os pesquisadores que trabalhavam com rizóbio intensificavam as atividades com experimentos em rede — os ensaios nacionais de cultivares versus inoculantes de soja, coordenados pelo Ipeacs, para a seleção de estirpes de rizóbio mais eficientes para os materiais de soja selecionados e mais adaptados às novas áreas de plantio. Além disso, por articulação de J. Döbereiner na Comissão Nacional de Soja, foi incluído o atributo fitotécnico “fixação biológica de nitrogênio” no melhoramento genético da soja, tendo como consequência a inoculação com rizóbio e a eliminação da adubação nitrogenada durante a seleção dos materiais mais promissores, mesmo durante a fase inicial de melhoramento. Isso representou uma mudança de paradigma e tem sido considerado um aspecto importante para o sucesso do melhoramento e da aplicação da FBN na cultura da soja no Brasil.

A equipe de J. Döbereiner também teve atuação importante na expansão da cultura da soja para a nova fronteira brasileira do Cerrado, nos anos de 1970. Esta, na qualidade de bolsista-conferencista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), tinha a missão de dedicar parte de sua atividade científica e tecnológica ao desenvolvimento regional de fronteira. Assim, em articulação com a Embrapa Cerrados e a Embrapa Soja, vários trabalhos de seleção e adaptação de estirpes de rizóbio foram efetuados, e uma estirpe de rizóbio, a 29 W (BR 29 = Semia 5019), até hoje recomendada para a produção de inoculantes para a soja, foi isolada e inicialmente testada no Ipeacs, hoje Embrapa Agrobiologia.

Na década de 1970, favorecida pela ausência de estirpes de rizóbio nativas eficientes em soja, que propiciava respostas claramente visíveis de aumento de produção com inoculação, foi definitivamente consolidada no País a prática da inoculação da soja com uso de estirpes selecionadas. Essa prática garante hoje os mesmos níveis de produtividade que os observados nos Estados Unidos da América, com a diferença que aqui se usa muito menos adubo.

Além da seleção de estirpes de rizóbio para a soja, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walpi.], leguminosas forrageiras, adubos verdes e arbóreas, as pesquisas em FBN no Brasil avançaram nos estudos dos fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio em solos tropicais, o que ajudou a romper barreiras e permitir o avanço do reconhecimento da importância da FBN para os solos tropicais, mesmo que, muitas vezes, sem a necessidade de inoculação com rizóbio (RUSCHEL et al., 1966; MUNNS; FRANCO, 1982; FRANCO; NEVES, 1992).

Os estudos da FBN na cultura do feijoeiro foram conduzidos em vários laboratórios com milhares de estirpes de rizóbio isoladas das diferentes regiões produtoras de feijão, resultando, inclusive, na identificação de uma espécie nova de rizóbio que nodula feijão (MARTINEZ ROMERO et al., 1991). Foram selecionadas estirpes de rizóbio eficientes para as cultivares de feijoeiro mais usadas nos vários laboratórios espalhados pelo País, inclusive com os ensaios nacionais de cultivares x inoculantes de feijão, à época, do DNPEA, e determinados os principais fatores limitantes da FBN na cultura. Foi tentado, na Comissão Nacional da Cultura do Feijão, do mesmo modo que adotado com a soja, a incorporação do atributo fitotécnico “fixação biológica de nitrogênio” na fase inicial de melhoramento da cultura, sem o mesmo sucesso.

Os estudos com FBN em feijoeiro foram realizados em projetos integradores dos vários laboratórios de pesquisa do País, com reuniões anuais que permitiram avançar muito no conhecimento do potencial de resposta da cultura à inoculação e no reconhecimento das limitações em responder à inoculação. O ciclo curto e a alta susceptibilidade às pragas e doenças e a

grande sensibilidade aos estresses ambientais foram, sem dúvida, fatores que dificultaram o avanço do reconhecimento da importância da FBN em feijão. A ocorrência generalizada de rizóbio que nodula e fixa nitrogênio nos solos brasileiros é outro fator que prejudicou a adoção da inoculação para essa cultura. Entretanto, a falta de resposta à inoculação não significa que a FBN não está ocorrendo ou não seja importante para a cultura. Com ou sem inoculação, o feijoeiro se beneficia da FBN e como a inoculação não tem riscos, é sempre recomendável fazê-la (FRANCO et al., 1992). A deficiência de molibdênio tem sido identificada como um dos fatores limitantes à FBN em feijoeiro, em muitos solos brasileiros (FRANCO; DAY, 1980). Práticas como o enriquecimento das sementes com molibdato aplicado na fase de enchimento dos grãos pode aumentar a contribuição da FBN, como observado na cultura do feijoeiro (JACOB NETO; FRANCO, 1986) e na cultura da soja (JACOB NETO et al., 1997; CAMPO; HUNGRIA, 2001).

A integração dos pesquisadores brasileiros em FBN, favorecida e motivada pela já existente e atuante *Reunião Latino-Americana de Rizobiologia* (Relar) acontecimento que congrega todos os laboratórios latino-americanos, foi decisiva para vencer os desafios da nova fronteira que se abria no Cerrado. O espírito de formação de equipe dos pesquisadores pioneiros contribuiu para a ampliação da competência nacional na área. Além disso, os laboratórios do Ipagro/UFRGS, IAC/Esalq e Embrapa Agrobiologia/UFRRJ tiveram atuação marcante na formação de pessoal qualificado em nível de graduação, pós-graduação e atualização, havendo, atualmente, várias instituições e centros de pesquisa no País com competência para trabalhos com FBN, em diferentes aspectos, no mesmo nível que o praticado nos mais avançados centros do mundo.

A boa integração dos países do Cone Sul começou com a criação da Relar, que teve a primeira reunião realizada no Uruguai, em 1964, a segunda na Argentina, em 1965, a terceira no Chile, em 1967, a quarta em 1968 em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, a quinta em 1970, em Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro, e a cada dois anos nos diversos países da América Latina. A característica de integração das atividades de rizobiologia entre os laboratórios de pesquisa e desses com os fabricantes de inoculantes, tem sido decisiva para o sucesso da tecnologia de inoculação de leguminosas no Cone Sul. No Brasil, para o crescimento e a consolidação da indústria de inoculantes, vale destacar a atuação do laboratório do Ipagro em Porto Alegre, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da atuação de Solon Cordeiro de Araújo, na área empresarial, que muito contribuiu para a melhoria da qualidade do inoculante do país, por meio da incorporação da exigência do uso da turfa esterilizada na produção do inoculante.

Nos anos de 1970, também dos laboratórios em que hoje funciona a Embrapa Agrobiologia, começaram os estudos que consolidaram a prova da ocorrência

de FBN em gramíneas, novidade científica de então. Para a confirmação da FBN em gramíneas, foi utilizada a metodologia isotópica ($^{15}\text{N}_2$), em colaboração com o Centro de Energia Nuclear na Agricultura e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Cena/Esalq/USP), em Piracicaba, São Paulo. Uma revisão sobre a história da pesquisa no tema fixação biológica de nitrogênio em plantas não-leguminosas no Brasil foi publicada recentemente (BALDANI; BALDANI, 2005).

Em 1974, em plena crise do petróleo e tendo a FBN um apelo forte de substituição de energia fóssil pela energia solar, foi concebido, e finalmente criado, na atual Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, Rio de Janeiro, o Programa de Cooperação Internacional de Treinamento e Pesquisa Básica em Fixação de Nitrogênio nos Trópicos (também chamado Programa Fixação Biológica de Nitrogênio ou Programa FBN), sob a liderança de J. Döbereiner. O programa teve apoio da Embrapa, do CNPq e da UFRRJ para trabalhos em rizobiologia e diazotróficos associados às gramíneas, iniciando uma seqüência de cursos de treinamento para pesquisadores e estudantes da América Latina. O Programa FBN teve apoio financeiro da National Academy of Science (NAS) dos Estados Unidos da América. Contou, também, com o apoio para intercâmbio da Royal Society – Overseas Development Administration (Inglaterra), do Canadian Research Council (Canadá), do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) (França) e do Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) (Austrália). A forte interação com o curso de pós-graduação em Ciência do Solo, da UFRRJ, contribuiu para o fortalecimento do Programa FBN e da área de microbiologia do solo do referido curso.

Em 1977 foi organizado, pelo Programa FBN, na Universidade de Brasília, o *Simpósio Internacional sobre Limitações e Potenciais da Fixação Biológica de Nitrogênio nos Trópicos* que contou, na sessão de abertura, com a presença do Vice-Presidente da República, general Adalberto Pereira dos Santos; do Ministro da Agricultura, Alysson Paolinelli; do presidente do CNPq, José Dion de Melo Telles; do reitor da UnB, José Carlos de Almeida Azevedo; e do diretor da Embrapa Almiro Blumenschein, entre outras autoridades. O Simpósio foi realizado em Brasília, o que propiciou grande visibilidade para o tema junto à alta administração do governo federal, e contou com o apoio do CNPq, da Embrapa, da UnB, da UFRRJ, da Energy Research and Development Administration (ERDA) (Estados Unidos da América), da National Science Foundation (NSF) – com fundos do U.S. Agency for International Development (Usaid) (Estados Unidos da América), da National Science Foundation (NSF) (Estados Unidos da América), da Organização dos Estados Americanos (OEA) do United Nations Development Program (Pnud) e do United Nations Environmental Program (Unep). O Simpósio atraiu

cientistas de várias partes do mundo e foi considerado evento-marco no desenvolvimento da pesquisa nacional em fixação biológica de nitrogênio, tanto pela qualidade científica como pela visibilidade pública obtida para o tema.

No início da década de 1980, o então diretor-presidente da Embrapa, Eliseu Alves, apoiou a expansão dos trabalhos no tema da FBN dentro do Sistema Embrapa. Foi criado o Programa Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo, com a participação de diversas Unidades da Embrapa e diversas instituições de pesquisa e universidades, culminando com a criação do atual Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia).

Interação entre instituições de pesquisa e indústria de inoculantes

A integração de instituições de pesquisa com o setor privado fomentou a inovação no setor e foi marcante para o desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil. Algumas indústrias nacionais, de base tecnológica e inovadora, surgiram no Sul e no Centro-Oeste para a produção de inoculantes de rizóbio. Em função da flexibilidade da legislação da época, o intercâmbio de estirpes de bactérias e germoplasma vegetal era bastante facilitado tanto entre países como entre setores público e privado. A simplificação burocrática desse intercâmbio agilizou a troca de material genético bem como de conhecimento e de tecnologia.

Em 1972, foi estabelecido, em acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), o Ipagro (atual Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e a UFRGS, o Laboratório de Fixação Biológica de Nitrogênio (Mircen) em Porto Alegre, para a pesquisa e treinamento em rizobiologia e apoio à indústria de inoculantes de rizóbio (FREIRE, 1992). Foi constituída uma rede para o intercâmbio de estirpes de rizóbio entre as instituições de pesquisa e as indústrias de inoculantes, a Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbiológicos de Interesse Agrícola (Relare) mantendo as coleções de culturas de diazotróficos como fundamentais para o setor. A Embrapa Agrobiologia mantém uma dessas coleções, com denominação BR, com interface para atendimento aos usuários¹. Pelo menos dez outras instituições públicas brasileiras mantêm coleções de culturas com

¹ Disponível em: <<http://intranet2.cnpab.embrapa.br/ccbd/acordo.asp>>

bactérias diazotróficas que têm sido fonte de seleção de estirpes para os inoculantes hoje no mercado nacional.

Cita-se a soja como o maior exemplo do uso dessa tecnologia em larga escala, mas também outras culturas da família das leguminosas se beneficiam dessa simbiose, a saber: feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), adubos verdes, forrageiras e arbóreas como sabiá ou sanção-do-campo (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), jacarandá (*Jacaranda mimosaeifolia* D. Don), albizia [*Albizia lebbek* (L.) Benth.] e acácias (*Acacia* spp.), entre outras. Somente com a soja estima-se que mais de R\$ 5 bilhões ou US\$ 2,8 bilhões anuais seja o valor da economia de nitrogênio no Brasil. Na família das gramíneas há exemplos promissores da contribuição da FBN, como é o caso da cana-de-açúcar, mas a resposta à inoculação ainda não se dá nos mesmos níveis das leguminosas.

FBN e a agricultura sustentável

A FBN, por meio dos mecanismos simbióticos, associativos e de microrganismos de vida livre, aporta significativa quantidade de nitrogênio na agricultura. Esses mecanismos propiciam meio ecologicamente aceitável de fornecer o nutriente para as culturas. A FBN é mais importante ainda em países tropicais em desenvolvimento. A disponibilidade de nitrogênio nos solos, principalmente em regiões tropicais, é freqüentemente o principal fator limitante da agricultura. Dakora e Keya (1995) citam que o fator isolado mais importante na limitação da produtividade das culturas na África é a baixa fertilidade dos solos (principalmente nitrogênio) e que 90 % do nitrogênio é encontrado nas plantas vivas, com pequena quantidade encontrada em frações mineralizáveis do solo, sendo esse o reverso mais típico de regiões de clima temperado. Na busca de uma agricultura sustentável, a FBN pode substituir, em várias situações, o uso de adubos nitrogenados sintéticos, que demandam energia para sua produção e transporte. Döbereiner (1995) enfatizou a importância da FBN em países como o Brasil, onde os adubos nitrogenados sintéticos não são subsidiados, tendo, portanto, custo final mais elevado para o produtor, refletindo, assim, na competitividade do setor. Além disso, a FBN auxilia na diminuição do gasto energético para a produção das culturas.

O balanço energético das culturas, como a cana-de-açúcar, o dendê (*Elgeis guineensis* Jacq.) e a soja, na produção de biocombustíveis (álcool e biodiesel), é relevante na viabilidade de cada cadeia produtiva. Com a crescente tendência da agricultura em atender à demanda de combustíveis, o decréscimo do gasto energético para a produção dessas culturas é cada vez

mais importante, aumentando a importância da FBN na viabilidade desses sistemas (URQUIAGA et al., 2005).

Tecnologias para a recuperação de áreas degradadas podem ter aplicação baseada nos recursos da FBN. Trabalhos utilizando leguminosas duplamente inoculadas (inoculação com rizóbio e com fungos micorrízicos arbusculares) têm sido desenvolvidos (FRANCO et al., 1992; FRANCO; CAMPELLO, 2005). Essas plantas são usadas para a revegetação de áreas severamente degradadas, a exemplo de áreas de rejeito de mineração e solos agrícolas intensamente erodidos. Elas têm sido utilizadas com sucesso nas várias regiões do País, inclusive na estabilização e recuperação de voçorocas (RESENDE et al., 2005).

Os conhecimentos relativos à FBN foram importantes para os avanços obtidos nas últimas duas décadas, no Brasil, na agricultura de base ecológica, como a agroecologia e a agricultura orgânica (NEVES et al., 2004; MARCO REFERENCIAL EM AGROECOLOGIA, 2006), principalmente pelo uso das leguminosas, tanto para a produção de alimentos como para o uso na adubação verde (GUERRA et al., 2004). Como os adubos nitrogenados solúveis não são permitidos na agricultura orgânica, a FBN torna-se importante fonte desse nutriente para a produção vegetal.

Uma nova fronteira na rizobiologia está se abrindo no Semi-Árido brasileiro, onde resultados promissores de aumento de produtividade, com estirpes selecionadas (RUMJANEK et al., 2006), têm sido obtidos com a inoculação de feijão-caupi. O trabalho integrado é realizado em rede, em sintonia com a Relare, com a participação da Embrapa Agrobiologia, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Meio-Norte, Embrapa Roraima, Universidade do Estado da Bahia (Uneb) Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Visão de futuro

As pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio estão concentradas em poucas instituições brasileiras, sendo a Embrapa Agrobiologia aquela que mais intensamente tem se dedicado ao tema em razão de toda a sua história. A criação dos programas de pesquisa em rede, como os macroprogramas² (MP) da Embrapa, tem possibilitado maior integração entre os grupos que trabalham na área. Entre os macroprogramas, o MP contempla os grandes

² A Embrapa adota em seu sistema de gestão figuras programáticas de nível tático, denominadas macroprogramas, que são orientadas para a gestão de carteiras de projetos e processos. Os macroprogramas têm, entre as suas finalidades, orientar a formulação de projetos na empresa e em instituições parceiras, alinhados às estratégias, aos objetivos e às diretrizes da Empresa.

desafios nacionais, em que está inserido o projeto de agricultura orgânica. Nesse, a FBN constitui a principal fonte de entrada de nitrogênio no sistema, cuja prática tem sido usada por quase todas as Unidades de pesquisa envolvidas no projeto. Outros projetos em andamento e diretamente focados na questão da fixação biológica de nitrogênio como, por exemplo, o de cana-de-açúcar para a Região Nordeste, o de integração lavoura-pecuária, assim como os projetos com as leguminosas soja, feijão e árvores florestais, reforçam a importância do tema e demonstram a interação existente entre os diferentes grupos que atuam na área. Em nível interinstitucional, pode citar-se os programas de excelência em pesquisa como o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência do Ministério da Ciência e Tecnologia, Fundações e Entidades de Amparo à Pesquisa (Pronex/MCT/Faps) e o Programa Institutos do Milênio³, que têm possibilitado a integração de diversos grupos e promovido o fortalecimento das pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio no Brasil.

Por constituir-se em fonte de energia renovável e não poluente, a FBN tem recebido atenção especial em diversas áreas do governo brasileiro. O Programa de Biotecnologia do MCT, lançado recentemente, traz o desenvolvimento de inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio para gramíneas, como cana-de-açúcar, milho (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], etc., como uma das linhas estratégicas de pesquisa. Outras ações de pesquisa em andamento nos estados do Rio de Janeiro e do Paraná, voltadas para as áreas de genômica e proteômica das bactérias endofíticas e fixadoras de nitrogênio *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Herbaspirillum seropedicae*, constituem o alicerce para o avanço do conhecimento na área de FBN em gramíneas e, conseqüentemente, permitirão a prospeção gênica para fins agrônomo e biotecnológico. O conhecimento das vias metabólicas de interesse, além da exploração de genes presentes no genoma dessas bactérias e de funções ainda desconhecidas permitirá ampliar o escopo de atuação desses microrganismos na interação planta-bactéria. Além do processo de fixação biológica de nitrogênio, essas bactérias realizam outros processos que contribuem para o desenvolvimento vegetal, como a produção de fitormônios (ácido indol acético, giberelinas, etc.) e de bacteriocinas. A exploração de toda essa gama de informações disponíveis com o seqüenciamento do genoma possibilitará melhorar a eficiência do processo de FBN em cana-de-açúcar e a extensão do conhecimento para outras gramíneas de interesse agrícola.

A área de FBN em leguminosas encontra-se praticamente consolidada para a cultura da soja, com diversas indústrias de inoculantes estabelecidas no Brasil.

³ O Programa Institutos do Milênio é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), executada pelo CNPq, visando ampliar as opções de financiamento de projetos mais abrangentes e relevantes de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico. O Programa destina-se a promover a formação de redes de pesquisa em todo o território nacional em busca da excelência científica e tecnológica em qualquer área do conhecimento, assim como em áreas priorizadas pelo MCT. Essas contam, obrigatoriamente, com pesquisadores de diferentes regiões do País.

A oferta de inoculantes no mercado é feita com base na legislação brasileira, que exige inoculante com 10^9 células/g em turfa esterilizada. Essa exigência do Mapa e a competição de produtos oriundos do Mercado Comum do Sul (Mercosul) têm possibilitado melhora significativa na qualidade dos inoculantes oferecidos ao produtor nos últimos anos.

A tendência do mercado é de maior competitividade em razão do desenvolvimento pelas empresas de novos tipos de inoculantes, principalmente os líquidos, que são vantajosos sobre aqueles à base de turfa – provenientes de fontes não-renováveis. A possibilidade do uso de grão de soja para a produção de biodiesel, visando a atender parte do programa de agroenergia do governo brasileiro, abre novas perspectivas para que as indústrias de inoculantes aumentem, significativamente, a produção que hoje encontra-se ao redor de 30 milhões de doses anuais. Conseqüentemente, o impacto positivo no ambiente advindo do uso dessa tecnologia será enorme e fará a diferença no balanço energético e no custo final do produto, como discutido para o caso da soja.

Apesar dos diversos relatos de sucesso, alguns desafios ainda persistem na área de FBN e dependem de ações políticas federais e estaduais para que os gargalos sejam reduzidos ou eliminados. Programas de pesquisa nacionais e estaduais em redes do tipo que foi aplicado no seqüenciamento de genomas de bactérias e dos macroprogramas da Embrapa devem ser estimulados para que os recursos não sejam pulverizados e, assim, diferentes especialistas consigam atuar, em conjunto, para a solução do problema. Para tanto, pesquisas que tenham a atuação conjunta de melhoristas, fitossanitaristas e microbiologistas, entre outras especialidades, devem ser estimuladas para que o potencial de FBN da cultura seja efetivamente expresso.

A identificação da capacidade de nodulação e obtenção de estirpes de rizóbio eficientes para espécies leguminosas nativas, ainda pouco conhecidas, merecem mais pesquisa já que há evidências de que a seleção de estirpes de rizóbio e o manejo agrícola contribuem significativamente para a redução da dependência do adubo químico.

O tema fixação biológica de nitrogênio está sendo resgatado com a perspectiva da redução das reservas fósseis e das evidências de aquecimento global gerado pelo aumento das emissões de gases do efeito estufa (CO_2 , CH_4 e NO_x) para a atmosfera. Tem-se observado que países preocupados com a questão ambiental têm buscado práticas alternativas para o suprimento de nitrogênio. O exemplo brasileiro do plantio direto na palha tem sido modelo para aqueles países preocupados com a sustentabilidade dos agroecossistemas. O uso de leguminosas de adubação verde na rotação das culturas pode aumentar a quantidade de carbono imobilizado no solo e precisa receber mais atenção. Em adição, a rápida expansão da área de plantio de cana-de-açúcar, visando atender a demanda de álcool pelo mercado brasileiro, e com possibilidades de exportação do

excedente, tem propiciado enormes oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias que contribuam para a redução do uso de fertilizantes nitrogenados. Embora a cana-de-açúcar brasileira receba doses menores de fertilizante nitrogenado em comparação com a de outros países, a economia seria significativa se fosse considerado que a área plantada de cerca de 6 milhões de hectares tende a dobrar até 2010. Portanto, o desenvolvimento de inoculantes contendo bactérias diazotróficas endofíticas, apoiado nas informações geradas pelos programas de seqüenciamento genômico, proporcionará economia significativa para o produtor, mesmo que a contribuição da FBN prevista seja cerca de 20 % a 30 % do total de nitrogênio necessário para o desenvolvimento nutricional da planta.

O tema do *Congresso Internacional sobre FBN* realizado no início de 2007 na África do Sul, “Aplicação da FBN para aliviar a pobreza” mostrou, de forma clara, a importância da fixação biológica de nitrogênio, principalmente para os países tropicais, onde o fertilizante nitrogenado não é subsidiado. Os avanços observados nas diferentes áreas de conhecimento mostraram que as possibilidades de aplicação prática são enormes em médio e longo prazos. Portanto, cabe somente aos responsáveis pelas áreas de ciência, tecnologia e inovação estimularem as pesquisas na área de FBN, visando reduzir o impacto do adubo no ambiente, melhorar a economia do País e contribuir de forma significativa para a redução do aquecimento global, pela otimização do uso do nitrogênio, minimizando a emissão de NO_x , e contribuindo para o seqüestro de carbono pelas plantas por meio da melhor oferta de nitrogênio para a produção vegetal.

Referências

- BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 77, p. 549-579, 2005.
- BODDEY, R. M., CHALK, P. M., VICTORIA, R. L., MATSUI, E.; DÖBEREINER, J. The use of the ^{15}N -isotope dilution technique to estimate the contribution of associated biological nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of *Paspalum notatum* cv. batatais. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 1036-1045, 1983.
- BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 174, p. 195-209, 1995.
- BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R.; NEVES, M. C. P. Quantification of the contribution of N_2 fixation to field-grown legumes: a strategy for the practical application of the ^{15}N isotope dilution technique. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, p. 649-655, 1990.
- BURNS, R. C.; HARDY, R. W. F. **Nitrogen fixation in bacteria and higher plants** Berlin: Springer-Verlag, 1975. 189 p.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Efeito de sementes enriquecidas com Mo na eficiência da fixação biológica do N₂. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 28., 2001, Londrina-PR. **Anais...** Ciências do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade. Londrina-PR, 2001. p. 92.

CARVALHO, R. de S. **As bactérias dos nódulos das raízes das leguminosas** Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, v. 3, p. 9-26, 1946.

DAKORA, F. D.; KEYA, S. O. Nitrogen fixation in sustainable agriculture: The African experience. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS - THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis, RJ. **Abstracts...** Seropédica: Embrapa-CNPAB; UFRRJ, 1995. p. 78-79.

DE-POLLI, H. **Ocorrência de fixação de ¹⁵N₂ nas gramíneas tropicais *Digitaria decumbens* e *Paspalum notatum***. Piracicaba, SP, 1975. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

DE-POLLI, H.; MATSUI, E.; DÖBEREINER, J.; SALATI, E. Confirmation of nitrogen fixation in two tropical grasses by ¹⁵N₂ incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 9, p. 119-123, 1977.

DE-POLLI, H.; NEVES, M. C. P. Aplicabilidade da fixação biológica de nitrogênio na agricultura tropical. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., 1996, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Águas de Lindóia: USP / SLCS / SBCS, 1996. v. 1, p. 1-15.

DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS - THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis, RJ. **Abstracts...** Seropédica: Embrapa-CNPAB; UFRRJ, 1995. p. 3-4.

DUQUE, F. F.; NEVES, M. C. P.; FANCO, A. A.; VICTORIA, R. L.; BODDEY, R. M. The response of field grown *Phaseolus vulgaris* to *Rhizobium* inoculation and the quantification of N₂ fixation using ¹⁵N. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 88, p. 333-343, 1985.

FRED, E. B.; BALDWIN, I. L.; McCOY, E. **Root nodule bacteria and leguminous plants** Madison, 1932. 343 p.

FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. P. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E. J.; SAITO, S. M. T.; NEVES, M. C. P. (Org.). **Microbiologia do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 1992. p. 219-230.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Manejo nutricional integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade dos sistemas produtivos utilizando a fixação biológica de nitrogênio como fonte de nitrogênio. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 201-220.

FRANCO, A. A.; MERCANTE, F. M.; STRALIOTTO, R.; DUQUE, F. F. **A inoculação do feijoeiro-comum com rizóbio**. Seropédica: Embrapa – UAPNPBS, 1992. (Comunicado Técnico, 10).

FRANCO, A. A.; DAY, J. M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L em acid soils. **Turrialba**, v. 30, p. 99-105, 1980.

FREIRE, J. R. J. Fixação de nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 121-140.

GRAÇA, N. B.; FRANCO, A. A. **Bibliografia brasileira de fixação biológica de nitrogênio em leguminosas**. Itaguaí, RJ: Embrapa-CNPBS, 1990.

- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: BADEJO, M. A.; TOGUN, A. O. (Ed.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics (STASAT)** Ibadan: College Press, 2004. v. 2. p. 125-140.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Benefits of the inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. **Biology and Fertility of Soils**, v. 39, p. 88-93, 2003.
- JACOB NETO, J.; FRANCO, A. A. **Adubação de molibdênio em feijoeiro**. Seropédica: Embrapa-UAPNPBS, 1986. (Comunicado Técnico, 1).
- JACOB NETO, J.; TAKETA, S. T.; SANTOS, A. V.; FRANCO, A. A. Soybean seed enrichment with molybdenum to supply the plant requirement. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON NITROGEN FIXATION. 11., 1997, **Anais...** Paris. Paris: Institut Pasteur, 1997, v. 1. p. 69.
- MARCO Referencial em Agroecologia / Embrapa. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.
- MARTINEZ ROMERO, E.; SEGOVIA, L.; MERCANTE, F. M.; FRANCO A. A., GRAHAM, P.; PARDO, M. A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena sp.* Trees. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 41, n. 3, p. 417-426, 1991.
- MOULIN, L.; DREYFUS, B.; BOIVIN-MASSON, C. Nodulation of legumes by members of the α -subclass of proteobacteria. **Nature**, v. 411, p. 948-950, 2001.
- MUNNS, D. N.; FRANCO, A. A. Soil constraints to legume production. In: GRAHAM, P.; HARRIS, C. S. (Org.). **Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture**. Cali: Ciat, 1982. p. 133-152.
- NAS-National Academy of Sciences. Nitrogen fixation. In: **Microbial processes: promising technologies for developing countries**. Washington, 1979a. p. 59-79.
- NAS- National Academy of Sciences. **Tropical legumes: resources for the future**. Washington, 1979b. 331 p.
- NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. **Agricultura orgânica – uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis**. Seropédica: Edur, 2004. 98 p.
- PASSON, M. **Os nossos fixadores de azote**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 1908. p. 56-62. (Boletim 2, 1ª série).
- PEOPLES, M. B.; HERRIDGE, D. F.; LADHA, J. K. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 174, p. 3-28, 1995.
- PERRIER, A. **Instruções sobre o emprego de bactérias na cultura de alfafa** Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 1930, p. 30-31. (Circular 1).
- RESENDE, A. S.; FRANCO, A. A.; MACEDO, M. de O.; CAMPELLO, E. F. C. Leguminosas associadas a microrganismos como estratégia de recuperação de áreas degradadas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO L.G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Org.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE: Imprensa Universitária, 2005. p. 475-489.
- RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; MORGADO, L. B.; NEVES, M. C. P. **Feijão caupi tem uma nova estirpe de rizóbio, BR3267, recomendada como inoculante** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).
- RUSCHEL, A. P.; BRITTO, D. P. P. de S.; DÖBEREINER, J. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 141-145, 1966.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Produção de biocombustíveis - A questão do balanço energético. **Revista Política Agrícola**, Brasília, v. 14, n. 5, p. 42-46, 2005.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: Nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 105-114, 1992.

Literatura recomendada

CABRAL, J. I. **Sol da manhã**: memória da Embrapa. Brasília, DF: Unesco, 2005. 344 p.

DÖBEREINER, J.; BURRIS, R. H.; HOLLAENDER, A.; FRANCO, A. A.; NEYRA, C. A.; SCOTT, D. B. (Ed.). Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. New York: Plenum, 1978. 398 p. (Basic Life Sciences, v. 10). **Proceedings of a Conference on Limitations...** Brasília, DF, July 18-22, 1977.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Johanna Döbereiner**: 50 anos dedicados à pesquisa em microbiologia do solo. Rio de Janeiro, 2003. CD-ROM.

PROGRAMA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO. **Relatório anual**. Rio de Janeiro: Imprensa Universitária, 1977. 74 p.

RAMOS, D. P.; DÖBEREINER, J.; GOEDERT, W. (Coord.). **Relatório do Programa de Cooperação Internacional de Treinamento e Pesquisa Básica em Fixação de Nitrogênio nos Trópicos**. Rio de Janeiro: Imprensa Universitária, 1975. 42 p.

Capítulo 3

Zoneamento agrícola de riscos climáticos

Eduardo Delgado Assad
Jurandir Zullo Júnior
Hilton Silveira Pinto

O desenvolvimento da Seguridade Agrícola no Brasil defrontava-se, no início da década de 1990, com dois grandes fatores limitantes ao seu desenvolvimento: as altas taxas de perdas da agricultura e a falta de metodologia atuarial adequada.

No Estado de São Paulo, por exemplo, onde a tecnologia agrícola sempre foi bem desenvolvida, foram observadas as seguintes taxas de lavouras sinistradas na safra 1992/1993: 30 % para o arroz (*Oryza sativa* L.), 21 % para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), 22 % para o algodão (*Gossypium* spp.) e 16 % para o milho (*Zea mays* L.) e a soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. No Estado da Bahia, onde as condições climáticas são mais diversificadas, as taxas de perdas na safra 1992/1993 foram bem mais elevadas: 37 % para o milho, 34 % para o arroz e o feijão, 29 % para a soja e 22 % para o algodão. Na Região Nordeste, a situação foi bem grave e chegou a níveis inacreditáveis, como: 87 % para a mamona, 81 % para o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), 70 % para o milho, 46 % para o arroz, 41 % para o feijão e 32 % para a soja irrigada (ROSSETI, 2001).

Com tais níveis de perdas, a atividade agrícola estava tornando-se inviável impossibilitando, até mesmo, que os produtores rurais pudessem continuar arcando com os altos custos da seguridade agrícola. A seca e a chuva excessiva na colheita foram identificadas como os principais fenômenos responsáveis pela redução das safras na agricultura brasileira, bem como por grande parte das indenizações pagas pelos instrumentos de seguridade agrícola, atingindo 95 % do total.

A metodologia atuarial utilizada até então, apesar de algumas tentativas científicas aplicadas nos primórdios da implantação do seguro agrícola no

Brasil, sempre deixou a desejar. Inexistiam, na maioria das vezes, cálculos atuariais para a determinação do valor do prêmio a ser pago pelos agricultores, como no caso específico do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), em que ainda se designa o valor do adicional com base em alíquotas históricas, indicadas aleatoriamente.

Em 1996, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) viabilizou o projeto Desenvolvimento de Estudos de Regionalização dos Sinistros Climáticos no Brasil, com o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), visando minimizar as perdas na produção agrícola através da disponibilização de técnicas ao produtor rural que permitissem reduzir os riscos climáticos relacionados ao regime de chuvas. Esse projeto estava de acordo com a proposta desenvolvimentista do governo, pois visava à utilização de tecnologia na agricultura, por menor que fosse, e a adoção da qualidade na atividade produtiva, garantindo sua sustentabilidade.

A perspectiva de redução de gastos pelo governo, com crescimento e desenvolvimento, justificou plenamente a implantação e efetivação desse Projeto. A redução dos riscos climáticos na agricultura e a conseqüente diminuição das perdas para os produtores rurais configuravam-se em objetivos que iam ao encontro das propostas do governo federal, permitindo o redirecionamento de recursos para áreas com vocação real aos empreendimentos rurais e projetos prioritários.

O Projeto induziu o agricultor, já na safra 1995/1996, a utilizar tecnologias adequadas à semeadura, com dados científicos de cada microrregião e orientações em todas as fases do desenvolvimento das culturas, proporcionando a utilização racional do crédito agrícola, a redução dos custos de produção, a proteção do solo e do ambiente, e o melhor uso de equipamentos agrícolas. O Projeto tem viabilizado, desde então, o planejamento da atividade agrícola reduzindo os riscos de perdas e aumentando, conseqüentemente, a produção.

Sabendo-se que a seca e a chuva excessiva eram os principais fenômenos responsáveis pelas perdas na agricultura nacional, foi realizado um estudo de caráter espaço-temporal para a identificação das áreas de maior risco para a agricultura brasileira, utilizando as redes de estações pluviométricas do antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica do Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Dnaee) e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), vinculado ao Mapa. Esses dados permitiram o cálculo de previsões quantitativas da precipitação pluviométrica em escalas sinópticas para períodos de até cinco dias.

A Embrapa desenvolve e testa metodologias que identificam as áreas agrícolas de risco, aperfeiçoando-as cada vez mais tanto em termos de tempo quanto

de escalas. O mesmo acontece com os outros órgãos de pesquisa como o Instituto Agrônomo (IAC) e o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri)/Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em São Paulo; o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar); a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri); a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig); a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA); e a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), no Rio Grande do Sul.

Desde a sua implantação, o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (Zarc), programa transformado em política pública do governo federal, que indica a cada município o que plantar, onde plantar e quando plantar, tem os seguintes objetivos principais:

- a) Coletar informações pluviométricas diárias disponíveis no País.
- b) Analisar e criticar os dados pluviométricos diários coletados.
- c) Fazer uma análise de frequência dos dados e espacializá-los.
- d) Imprimir e disponibilizar mapas de ocorrência de veranicos nas regiões brasileiras.
- e) Tabular a análise de frequência da precipitação pluviométrica para períodos de 10, 15 e 30 dias, com frequência de 20 %, 50 % e 80 %, caracterizando, precisamente, os anos e a distribuição espacial das informações.
- f) Avaliar e regionalizar as chuvas de maior intensidade no território nacional.
- g) Regionalizar e otimizar as datas de plantio para as principais culturas do Brasil.
- h) Calcular a evapotranspiração potencial para as estações meteorológicas brasileiras.
- i) Coletar informações agronômicas das principais culturas agrícolas do Brasil.
- j) Calcular e estabelecer a capacidade de retenção dos principais solos cultivados.
- k) Simular o modelo do balanço hídrico para culturas escolhidas, considerando datas de plantio, ciclo das culturas, solos e cultivares diferentes.
- l) Espacializar os resultados dos índices de penalização obtidos na simulação do balanço hídrico.
- m) Publicar mapas com datas de plantio otimizadas para as principais culturas do Brasil.

Para o estabelecimento do Zarc e a realização de todos os itens descritos anteriormente, foi necessário criar metodologia fundamentada em análises espaço-temporais dos dados climáticos e análises agrometeorológicas, pedológicas, estatísticas e agronômicas. Tais procedimentos são, predominantemente, multidisciplinares, baseados em grandes esforços computacionais e de modelagem, associados ao inter-relacionamento de variáveis que definem o risco climático.

De maneira geral, os principais métodos utilizados para definir as áreas pluviometricamente homogêneas no País envolvem: caracterizar o funcionamento hídrico dos solos para fins de zoneamento agrícola; estabelecer os parâmetros para cálculo do risco climático das culturas perenes; definir os parâmetros para cálculo do risco climático das culturas anuais; e estabelecer métodos de análise espacial que minimizem os erros de interpolação para melhor representar os resultados do Zarc.

Determinação das áreas pluviometricamente homogêneas no Brasil¹

O parâmetro atmosférico mais relevante na agricultura brasileira é a precipitação pluvial, pois a seca e a chuva excessiva respondem pela maioria dos sinistros agrícolas (GÖPFERT et al., 1993). A quantificação dos riscos decorrentes da falta ou do excesso de chuvas no sucesso das diversas culturas agrícolas em cada região e época de plantio foi objeto de abordagem probabilística apresentada por Keller Filho (1998) e Lima (1998). A aplicação dessa abordagem probabilística exigiu o agrupamento das observações pluviais segundo critério de similaridade do comportamento probabilístico da precipitação pluvial, em sua evolução ao longo de um período anual. Para tanto, foram utilizados métodos estatísticos que permitiram classificar e agrupar áreas que tivessem comportamento pluviométrico similar. Essa identificação de regiões pluviometricamente homogêneas tem sido a base dos estudos de riscos climáticos na agricultura nacional.

Um dos métodos mais utilizados para classificar objetos em categorias de similaridade é a análise de agrupamentos (*cluster analysis*). Essa técnica considera um conjunto inicial de objetos, aos quais são associadas medidas de várias grandezas, denominadas variáveis classificatórias, utilizadas para a obtenção de grupos de objetos assemelhados em relação aos valores assumidos por essas variáveis (EVERITT, 1993).

¹ A metodologia desse item é baseada no trabalho de Keller Filho et al. (2006).

A análise de agrupamentos, muitas vezes, associada à análise de componentes principais, tem sido utilizada na climatologia para a definição de regiões climáticas homogêneas (MUNÓZ-DIAZ; RODRIGO, 2003; UNAL et al., 2003; UVO, 2003). Neste trabalho foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica diária cedidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (Dnaee), atual Agência Nacional de Águas (ANA), referentes a 2.341 postos pluviométricos dispersos em todo o território brasileiro. Normalmente, os dados pluviométricos devem ser avaliados quanto à atualidade, ausência de erros, completude e consistência. Para os procedimentos de consistência dos dados e homogeneização são utilizados, geralmente, os métodos da Dupla Massa (PINTO et al., 2000) e do Vetor Regional (HIEZ, 1977). No preenchimento das falhas emprega-se, comumente, o método dos Vizinhos mais Próximos (PINTO et al., 2000). Os dados utilizados para identificar as áreas pluviometricamente homogêneas foram analisados, sob todos esses aspectos, por Lima (2003). Desse modo, utilizaram-se séries históricas consistentes, abrangendo períodos entre 15 e 35 anos para cada posto pluviométrico. Os dados diários originais dessas séries e os totais a cada cinco dias formaram um banco de dados, sendo que cada posto foi identificado por meio de suas coordenadas geográficas (latitude e longitude).

O passo seguinte foi a escolha de procedimento adequado para a formação de grupos homogêneos de observações pluviais. De modo geral, os procedimentos existentes para a aplicação da análise de agrupamento desdobram-se em quatro etapas: escolha das variáveis classificatórias, especificação de uma medida de similaridade, seleção do método de agrupamento e decisão quanto ao número de grupos a serem formados.

Variáveis classificatórias

A escolha dessas variáveis reflete o julgamento do investigador sobre a relevância dos fatores climáticos para os propósitos da pesquisa. Na agrometeorologia são mais utilizadas as variáveis que correspondem à temperatura (média, máxima e mínima) e à precipitação pluvial total, geralmente referida a períodos mensais. A escolha das variáveis classificatórias tem por finalidade a formação de grupos homogêneos de observações pluviais para os quais as distribuições de probabilidade de chuva possuam um perfil assemelhado ao longo de sua evolução no tempo. Do ponto de vista descritivo, as distribuições de probabilidade diferem entre si por características de posição, escala e forma. Quanto à forma, as características mais importantes para diferenciar o perfil das distribuições são o seu grau de assimetria e de curtose ou achatamento. Nas distribuições de

probabilidades da precipitação pluvial referentes a determinado período, outra característica diferenciadora é a probabilidade de ocorrência de períodos de estiagem.

Por isso, as variáveis classificatórias são escolhidas de forma a captar as flutuações da posição, a escala e a forma das distribuições de frequência da chuva, ao longo de todos os 73 quinquídios existentes em um ano, bem como da proporção de quinquídios em que houve estiagem. Assim, para cada um dos 73 quinquídios de um ano foram calculados os seguintes indicadores das características que diferenciam as distribuições de chuva em cada ponto de observação pluviométrica: média aritmética (parâmetro de posição), desvio-padrão (parâmetro de escala), coeficientes de assimetria e de curtose (parâmetros de forma) e proporção de quinquídios secos. Dessa forma, a cada ponto de observação pluviométrica fez-se corresponder um vetor de 365 parâmetros (5 parâmetros x 73 quinquídios) para caracterizar o perfil estatístico do regime de precipitação pluvial ao longo de um período anual.

Medida de similaridade

Na análise de agrupamentos é fundamental a definição de uma medida de similaridade ou de distância entre os grupos a serem constituídos. Como as variáveis classificatórias escolhidas são variáveis reais e, portanto, mensuradas em uma escala de intervalo, é conveniente adotar uma medida de distância com propriedades métricas, tendo a escolha recaído na métrica euclidiana por ser essa a mais utilizada (EVERITT, 1993). Como as variáveis classificatórias são mensuradas em unidades distintas, os seus valores foram previamente standardizados, de forma a terem média zero e variância unitária (GREEN, 1978).

Método de agrupamento

Ao longo das últimas décadas, sob o estímulo do grande progresso da tecnologia da computação, foram desenvolvidos inúmeros métodos para o agrupamento de objetos, podendo ser distinguidos dois tipos principais:

- a) Métodos não-hierárquicos: que produzem um número fixo de agrupamentos.
- b) Métodos hierárquicos: que formam agrupamentos por meio de uma seqüência crescente de partições de grupos, denominada “abordagem divisiva”, ou de junções sucessivas de grupos, chamada de “abordagem aglomerativa”.

Para agrupar observações pluviais não é possível estabelecer, a priori, o número ideal de grupos a ser formados. Nesse caso, os métodos não-hierárquicos são inconvenientes, pois sua aplicação exigiria grande esforço de cálculo nas sucessivas tentativas para encontrar o número adequado de agrupamentos. Assim, adotou-se o método hierárquico aglomerativo, que é o mais utilizado na construção de agrupamentos (KAUFMAN; ROUSSEAU, 1990).

Várias técnicas de agrupamento hierárquico têm sido propostas, destacando-se, dentre as mais utilizadas, as seguintes (EVERITT, 1993):

- a) Ligação simples (*single linkage method*).
- b) Ligação completa (*complete linkage method*).
- c) Método centróide (*centroid method*).
- d) Método da mediana (*median method*).
- e) Método da média dos grupos (*group average method*).
- f) Método da variância mínima (*Ward's method*).

A escolha de uma dessas técnicas é, de certa forma, subjetiva. Para a definição das áreas pluviometricamente homogêneas, utilizou-se o método da variância mínima (WARD, 1963), recomendado por Edelbrock (1979), com base em vários estudos empíricos. Nesse método, a formação dos agrupamentos em cada estágio da hierarquia é avaliada pela soma dos quadrados dos desvios em relação ao centro de gravidade dos grupos, geralmente indicada por R^2 . O critério para a fusão de cada par de grupos é o de que seja obtido o menor acréscimo possível no valor de R^2 .

Número de grupos

Segundo Hartigan (1985), não existe um método inteiramente satisfatório para a determinação do número ideal de grupos. Com esse propósito, utiliza-se o Critério Cúbico para Agrupamento (CCC – Cubic Clustering Criterion), instituído por Sarle (1983). Esse critério baseia-se na construção de uma medida, indicada por CCC, que compara os valores observados de R^2 com uma aproximação de $E(R^2)$, ou seja, de seu valor esperado. Calcula-se o valor de CCC após cada etapa da construção hierárquica dos grupos. Quando o CCC é positivo, os valores observados de R^2 são superiores à $E(R^2)$, indicando a provável existência de novos agrupamentos significantes. Milligan e Cooper (1985) compararam o desempenho de grande número de critérios para determinar o número ideal de grupos, chegando à conclusão de que o CCC é um dos que apresentaram melhores resultados.

Por meio do método hierárquico da variância mínima (WARD, 1963) foi possível identificar seis grandes aglomerações de observações pluviométricas em todo o Brasil, as quais passaram a ser denominadas áreas homogêneas, identificadas como Área 1, Área 2, Área 3, Área 4, Área 5 e Área 6 (Fig. 1).

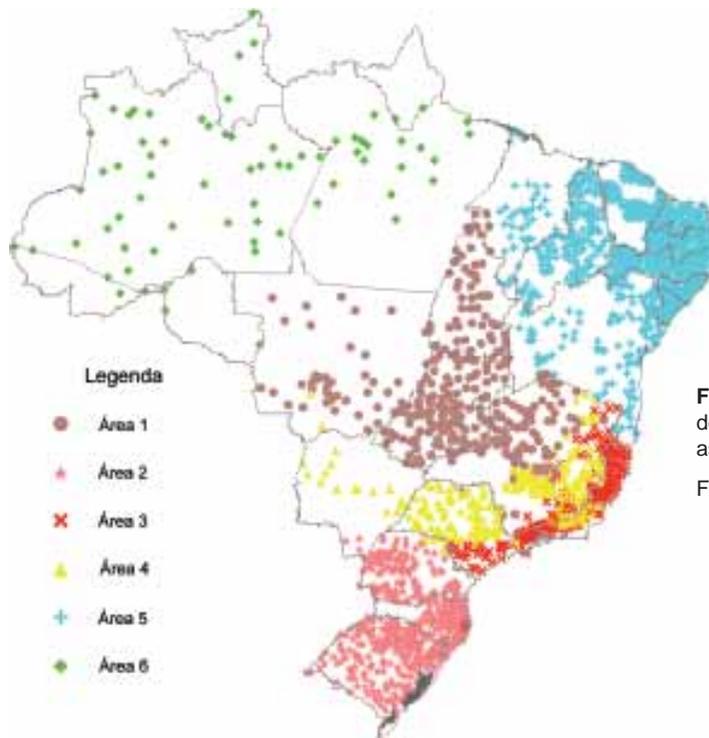


Fig. 1. Distribuição espacial dos pontos de observação pluviométrica, segundo as seis áreas homogêneas.

Fonte: Keller Filho et al. (2005).

Os seis grupos identificados estão situados em áreas climáticas distintas, com regime de precipitação pluvial bastante diversificado. De fato, a precipitação pluvial média, ao longo de um ano, apresenta grande contraste entre as áreas homogêneas, com exceção das Áreas 3 e 4 (Fig. 1). Por sua vez, a proporção de quinquênios secos ao longo de um ano é muito diferente em todas as áreas homogêneas, também nas Áreas 3 e 4. Portanto, considerada como uma análise exploratória preliminar, essa identificação de seis áreas homogêneas produziu bons resultados, apesar da baixa densidade espacial dos postos pluviométricos existentes nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e na Região Norte, exceto o Estado do Tocantins. Considerando, entretanto, que a precipitação pluvial é influenciada por fatores físico-geográficos, como posição, extensão latitudinal e relevo, deve-se esperar que em grandes extensões territoriais o regime de chuva não seja homogêneo. Por isso, o método de Ward foi utilizado para subdividir cada área homogênea em várias zonas homogêneas, nas quais o regime de chuva apresenta um grau de homogeneidade suficiente para os propósitos do estudo. Para determinar o número ideal de zonas homogêneas, utilizou-se o Critério Cúbico para

Agrupamento (SARLE, 1983). Dessa forma, o território brasileiro ficou dividido em seis áreas homogêneas subdivididas em 25 zonas homogêneas descritas, detalhadamente, no trabalho de Keller Filho et al. (2006).

A Área 1 está inserida, quase que totalmente, no ecossistema Cerrado, que abrange uma área aproximada de 204 milhões de hectares. Em virtude de seu posicionamento latitudinal, a região caracteriza-se pela transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos do tipo temperado, de latitudes médias (NIMER, 1989). Nos estudos feitos por Rao e Hada (1990), e adaptados por Silva Dias e Marengo (1999), a região é considerada praticamente homogênea quanto à duração e ao posicionamento dos períodos secos e chuvosos. Entretanto, Castro et al. (1994) mostram que essa região apresenta certo grau de heterogeneidade decorrente da diversidade de duração dos períodos secos e chuvosos. As quatro zonas homogêneas identificadas apresentam diferenças de até dois meses na duração dos períodos secos e chuvosos. Essa heterogeneidade é determinada pelos sistemas atmosféricos que atuam nessa área. A região do Cerrado encontra-se sob a influência dos anticiclones do Atlântico Sul e migratório Polar, além das depressões do Chaco e Amazônica. O anticiclone do Atlântico Sul, também conhecido como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), é um dos principais fenômenos que determinam o regime de chuvas em toda a região (VIANELLO; ALVES, 1991; QUADRO, 1994; OLIVEIRA et al., 2001).

A Área 2 está quase toda situada na Região Sul, onde predomina o clima subtropical úmido. Nessa região atuam os vórtices ciclônicos de alto nível de origem subtropical que provocam chuvas e ventos fortes (SILVA DIAS; GRAMMELSBACHER, 1991), os sistemas frontais (Pacífico, Argentina, Sul-Sudeste e Nordeste) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A complexa ação desses sistemas atmosféricos pode explicar a identificação de seis zonas homogêneas, as quais, devido a condições de relevo, apresentam sistemas de exploração agrícola diferenciados para fruticultura temperada, produção de grãos, culturas de inverno e verão, produção de arroz irrigado, pequena produção diversificada e atividade pecuária.

A Área 3 é caracterizada, também, pela transição entre climas quentes das latitudes baixas e climas mesotérmicos das latitudes médias (NIMER, 1989). Em geral, os totais pluviais anuais variam de 1.500 mm a 2.000 mm. No litoral, principalmente no norte de São Paulo, a precipitação pluvial é elevada, podendo atingir níveis de 3.500 mm a 4.000 mm anuais, sem estação seca definida. A variação do regime pluvial na Área 3 permitiu identificar quatro zonas homogêneas, diferenciadas, entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e a região que acompanha o litoral e a Serra do Mar, onde predomina o clima litorâneo úmido.

A Área 4 abrange o Estado de São Paulo, sul e sudeste do Estado de Minas Gerais e a parte central do Estado do Mato Grosso do Sul. Os principais sistemas atmosféricos que geram as chuvas nessa área são as correntes perturbadas do Sul, sob a forma de passagens frontais e ramos aquecidos que detêm 67 % da gênese das chuvas (TARIFA, 1975), zonas de convergência do Atlântico Sul e vórtices ciclônicos. O conjunto desses sistemas é uma possível explicação para a identificação de três zonas homogêneas nessa área.

A Área 5 abrange quase toda a Região Nordeste, onde prevalecem os climas tropical, tropical semi-árido e litorâneo úmido, e apresenta grande complexidade na distribuição e na intensidade de chuvas. A diversidade do regime de precipitação pluvial nessa região pode ser explicada pela forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), onde ocorre a interação de características atmosféricas e oceânicas, tais como: a zona de confluência dos ventos alísios, a zona do cavado equatorial, a zona de máxima temperatura da superfície do mar, a zona de máxima convergência de massa e a zona de banda de máxima cobertura de nuvens convectivas (SILVA DIAS; MARENGO, 1999).

O estudo de Rao e Hada (1990) indicou, no Nordeste brasileiro, a existência de quatro regiões com precipitação pluvial de características bem distintas. Utilizando a análise de agrupamentos foram identificadas, na Região Nordeste, seis zonas pluviometricamente homogêneas, a saber: a primeira, influenciada pelo clima litorâneo úmido; a segunda, abrange parte do Sertão nordestino, no qual predomina o clima tropical semi-árido; a terceira, a quarta e a quinta zona, são zonas de transição entre o clima tropical semi-árido e o clima litorâneo úmido; e, finalmente, a última zona, que abrange principalmente o Maranhão, onde predomina o clima tropical.

A Área 6 compreende a Região Norte, com precipitação pluvial elevada, influenciada por linhas de instabilidade onde as regiões central, sudoeste e leste apresentam estação seca bem definida. Essa região apresenta importante heterogeneidade espacial e sazonal da pluviosidade e possui o maior total pluvial anual. Segundo Nobre (1988) e Nobre et al. (1991), os principais fatores que influenciam o regime de chuvas nessa região estão associados à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da ZCIT, além das respostas à flutuação dinâmica do centro de convecção, quase que permanente na Amazônia, conforme explicado por Hastenrath (1993).

Silva Dias e Marengo (1999) indicam a existência de quatro núcleos de precipitação abundante nessa área. Neste trabalho, pela análise de agrupamentos, foram identificadas duas zonas homogêneas com características compatíveis com suas indicações. A primeira é bastante chuvosa, com o predomínio do clima equatorial úmido, enquanto a segunda é menos chuvosa, constituindo um corredor na direção noroeste/sudeste, de Roraima ao leste do Pará.

A identificação de zonas pluviometricamente homogêneas é fundamental para o Zarc do Brasil, servindo de base para a definição do calendário agrícola. O conhecimento detalhado dos padrões pluviais das regiões homogêneas é auxílio inestimável para a escolha das culturas com menor risco climático e para o estabelecimento das datas de plantio mais favoráveis. Assim, por exemplo, a cultura de milho na Área 5 apresenta menor risco na zona do Agreste nordestino, que abrange, praticamente, todo o Agreste nordestino, do que na região da Serra do Araripe, em Pernambuco, pois os índices de precipitação pluvial nessa região são menores do que os da primeira.

Outro exemplo é o das regiões do sul do Maranhão, sul do Piauí, oeste e sudoeste da Bahia. Essas regiões são limítrofes entre o Cerrado e o Semi-Árido e apresentam um comportamento pluvial muito próximo ao das zonas que compõem a Área 1. Esse fato vem causando o avanço da fronteira agrícola do Centro-Oeste em direção ao Nordeste, tendo como limite a região do Semi-Árido, de maior risco agrícola. Análises dessa natureza mostram que é pequeno o risco do cultivo do milho safrinha no sul de Goiás e no sul de Mato Grosso devido à maior duração do período chuvoso observado na Área 1, que abrange essas regiões. Entretanto, no Vale do Paranapanema, em São Paulo, abrangido pela Área 3, o risco dessa cultura é muito alto. A ocorrência de períodos chuvosos pode explicar, também, a variação da duração dos ciclos da cultura do trigo [*Triticum aestivum* (L.) em. Thell.] no Paraná, onde o plantio começa em março na Área 2, com cultivares de ciclo médio e precoce, e termina em junho. Esse calendário de plantio visa, principalmente, evitar a colheita em períodos com forte risco de ocorrência de chuvas e a conseqüente redução da qualidade do grão. O entendimento da distribuição das chuvas e a identificação dos períodos secos, por si só, não é suficiente para definir os riscos climáticos. A esse conhecimento é necessário acoplar o funcionamento hídrico dos solos.

Caracterização do funcionamento hídrico dos solos para fins de zoneamento agrícola²

Considerando que o objetivo principal do zoneamento agrícola é definir épocas de plantio mais apropriadas para diferentes culturas, de modo a diminuir os riscos climáticos no processo produtivo, as informações necessárias dos solos são aquelas que permitem avaliar o seu comportamento enquanto reservatório

² A metodologia desse item é baseada no trabalho de Lopes Assad et al. (2001; 2007).

de água. Tais informações são baseadas nas características físico-hídricas dos solos.

Para efeito do zoneamento, os solos têm sido agrupados, geralmente, em solos de baixa capacidade de retenção de água (Tipo 1), solos de média capacidade de retenção de água (Tipo 2) e solos de alta capacidade de retenção de água (Tipo 3). Essas designações representam quantidades de armazenamento de água na zona de maior densidade das raízes.

Inúmeros atributos interferem na capacidade de armazenamento de água dos solos, sendo possível fazer uma estimativa razoável a partir de dados de profundidade, teor de argila, areia e silte e de uma avaliação do gradiente textural. A profundidade do solo é um dado que consta de qualquer tipo de mapeamento de solos, desde aqueles elaborados a partir de levantamentos de pequena escala, até os levantamentos feitos na propriedade. Além disso, pode ser facilmente medida no campo pelo produtor rural, por extensionistas e por técnicos de diferentes formações. A textura é um parâmetro que pode ser estimado, por exemplo, a partir da apreciação no campo pelo tato (por exemplo, solos argilosos são macios no tato, moldáveis; solos arenosos possuem predominância de grãos que arranham, não sendo moldáveis). O gradiente é avaliado a partir da relação entre os teores de argila de dois horizontes ou as camadas consecutivas de solos.

Cabe salientar que a legislação ambiental deve ser rigorosamente respeitada no zoneamento agrícola. Portanto, áreas de preservação obrigatória, áreas ribeirinhas e áreas de declividade superior a 45 % não devem ser incluídas como aptas para nenhum tipo de sistema de produção agrícola. As áreas de solos pedregosos em declives superiores a 20 % e áreas de solos com menos de 50 cm de profundidade também não devem ser utilizadas, pois representam sistemas de grande suscetibilidade à erosão.

Salienta-se, também, que parâmetros de fertilidade não são considerados no zoneamento agrícola pelos seguintes motivos principais:

- a) A fertilidade do solo pode ser modificada utilizando-se, corretamente, adubos e corretivos.
- b) A influência de alguns atributos de fertilidade, como a capacidade de troca de cátions (CTC) e o teor de matéria orgânica na capacidade de armazenamento de água no solo é, ainda, pouco evidente nos modelos de predição da retenção de água no solo e, aparentemente, exercem influência muito menor do que os parâmetros de textura e de gradiente textural.

As seguintes categorias de solos são utilizadas na avaliação do risco climático das culturas de grãos, considerando que a estimativa da capacidade de armazenamento de água do solo depende da sua profundidade e da sua capacidade de reter água:

Solos Tipo 1 – englobam solos:

- a) Com teor de argila superior a 10 % e inferior a 15 %, nos primeiros 50 cm de solo.
- b) Com teor de argila entre 15 % e 35 % e com teores de areia inferiores a 70 %, que apresentam variação abrupta de textura nos primeiros 50 cm de solo, ou seja, que um horizonte ou uma camada de solo tenha 15 % ou mais de argila, em valor absoluto, do que o outro, nos 50 primeiros centímetros.

Solos Tipo 2 – englobam solos com teor de argila entre 15 % e 35 % e com teores de areia inferiores a 70 % nos primeiros 50 cm de solo.

Solos Tipo 3 – englobam solos

- a) Com teor de argila maior do que 35 % nos primeiros 50 cm de solo.
- b) Com menos de 35 % de argila e menos de 15 % de areia (textura siltosa) nos primeiros 50 cm de solo.

Destaca-se que essas três classes de solos foram definidas considerando, também, a necessidade de padronização de critérios por meio de atributos de fácil utilização, pelos diferentes tipos de usuários, das informações contidas no zoneamento agrícola.

Para utilizar regionalmente as informações sobre o funcionamento dos solos, foram propostos critérios de reclassificação dos mapas, visando facilitar o entendimento dos critérios utilizados na elaboração dos mapas, de solos disponíveis no Brasil. Como exemplo de reclassificação considerou-se, segundo Lopes Assad et al. (2007), o levantamento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul, elaborado pelo Projeto RadamBrasil, na escala de 1:250.000, reduzida, posteriormente, para a escala 1:1.000.000. Esse levantamento foi publicado nos volumes 33 e 35 do levantamento de recursos naturais elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 1986; 1999) e a sistemática de trabalho baseou-se na fotointerpretação individual de imagens de radar, com unidades de mapeamento de solo delimitadas em função de relevo, drenagem, vegetação e tonalidade, textura e estrutura das imagens de radar.

Os polígonos obtidos na digitalização de cada mapa foram classificados de acordo com as classes de solos criadas na etapa de definição do modelo de dados. Após a classificação, foram inseridos textos referentes ao nome do solo de cada polígono, adotando-se a uniformização de legenda proposta em Soares e Silva (2005). Em seguida, foi feita a reclassificação de cada uma das unidades de mapeamento, considerando, principalmente, atributos de textura, profundidade efetiva, relevo e processo de formação. Essa reclassificação foi feita segundo os seguintes critérios, além daqueles estabelecidos na Instrução Normativa n.º 12 do Mapa (BRASIL, 2005):

- a) Nas associações que envolvem, como primeiro componente, solos com aptidão para a agricultura (Latossolos, Argissolos e Nitossolos, por exemplo) e, como segundo ou terceiro componente, solos sem aptidão para a agricultura, considerou-se o tipo de solo previsto para os componentes com aptidão para agricultura.
- b) Nas associações em que todos os componentes são solos com aptidão para a agricultura, mas com estimativa de comportamento físico-hídrico diferenciado, em razão das diferenças na textura e na estrutura, considerou-se o tipo de solo previsto para o primeiro, por ser esse o de maior área.

Considerando que a maioria das plantas cultivadas consome, na fase de maior demanda, cerca de 4 mm de água por dia, e que a maioria das plantas cultivadas tem grande parte de seu desenvolvimento radicular até 40 cm de profundidade, foram feitas reclassificações para os tipos de solos previstos no zoneamento agrícola, adotando-se os seguintes critérios:

- a) Solos Tipo 0: CAD (capacidade de armazenamento de água) < 0,4 mm/cm.
- b) Solos Tipo 1: 0,4 mm/cm < CAD < 0,7 mm/cm.
- c) Solos Tipo 2: 0,7 mm/cm < CAD < 1 mm/cm.
- d) Solos Tipo 3: CAD > 1 mm/cm.

Ou seja, as plantas não são penalizadas por veranicos de até 10 dias quando cultivadas em solos do Tipo 3; veranicos de até 7 dias, em solos do Tipo 2; veranicos de até 4 dias, para solos do Tipo 1; e veranicos de até 3 dias, no caso de solos do Tipo 0.

Como exemplo, as Tabelas 1 e 2 descrevem a conversão dos solos do Rio Grande do Sul para os tipos de solos considerados no zoneamento agrícola, ilustrado na Fig. 2. Uma vez definidos os critérios para a identificação dos tipos de solos, os valores numéricos correspondentes à CAD são utilizados como parâmetros dos modelos de análise de risco nas simulações realizadas.

Metodologia de risco climático para culturas perenes: caso do café arábica

O café arábica (*Coffea arabica* L.) foi uma das primeiras culturas perenes a ser considerada no zoneamento de riscos climáticos. Foram estabelecidos, inicialmente, critérios para estudos dos riscos climáticos para os principais

Tabela 1. Área dos solos mapeados no Estado do Rio Grande do Sul, em escala 1: 1.000.000, estimada por meio de um sistema de informações geográficas.

Solo	Área	
	(km ²)	(%)
Aluvial	1.066,7	0,4
Areia quartzosa	834,3	0,3
Areia quartzosa hidromórfica	600,2	0,2
Brunizem	12.614,4	4,5
Cambissolo	19.665,1	7,0
Gleis	6.836,5	2,4
Latossolos	48.575,4	17,2
Podzol	763,4	0,3
Podzólicos	62.798,0	22,3
Planossolos	26.843,7	9,5
Plintossolo (laterita hidromórfica)	4.258,3	1,5
Regossolo	53.001,3	18,8
Terras bruna e roxa	24.490,0	8,7
Vertissolo	1.950,9	0,7
Área urbana e água	17.163,2	6,1
Dunas	2.596,6	0,9
Área total	284.057,9	100,0

Fonte: Lopes Assad et al. (2007).

Tabela 2. Área dos diferentes agrupamentos de solos do Estado do Rio Grande do Sul, segundo a quantidade de água disponível para plantas, obtida a partir da reclassificação de mapa digital de solos no milionésimo.

Agrupamento de Solo	Área	
	(km ²)	(%)
Tipo 0	78.341,2	27,8
Tipo 1	11.719,8	4,2
Tipo 2	88.737,8	31,5
Tipo 3	88.085,8	31,2
Área urbana e água	17.163,2	6,1
Dunas	2.596,6	0,9
Total	284.057,9	100,0

Fonte: Lopes Assad et al. (2007).

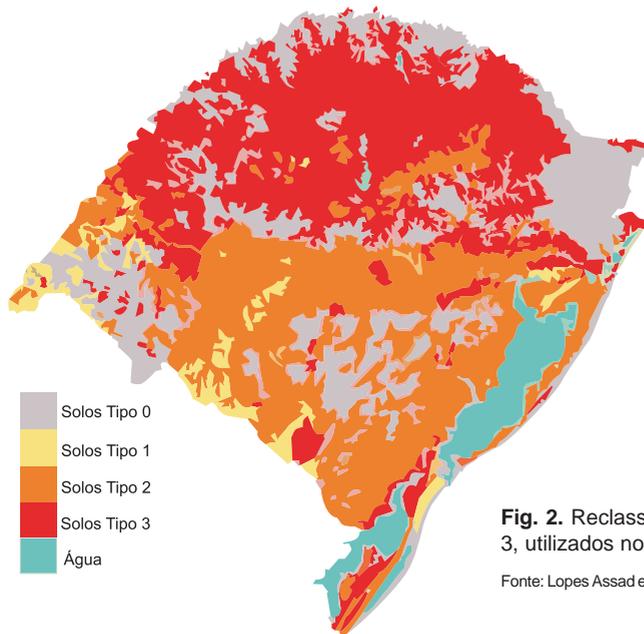


Fig. 2. Reclassificação dos solos, segundo os Tipos 1, 2 e 3, utilizados no Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos.

Fonte: Lopes Assad et al. (2007).

estados produtores: Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Paraná. Porém, em função da sua importância e da forte possibilidade de expansão da lavoura cafeeira, os estudos foram realizados, também, para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

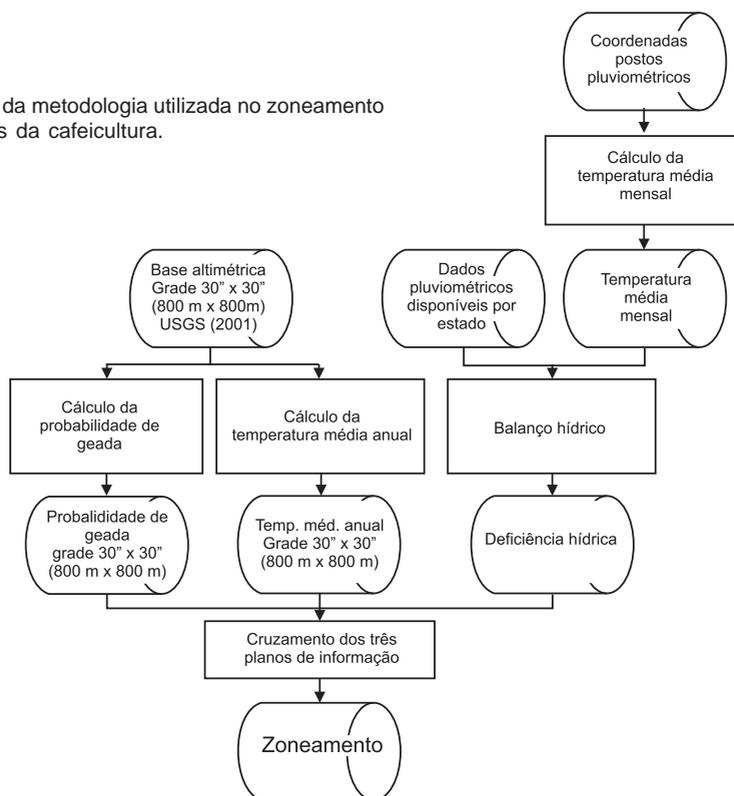
As áreas aptas ao cafeeiro arábica, segundo as necessidades climáticas apresentadas por Camargo et al. (1977), Seção de Climatologia Agrícola (1972) e Instituto Brasileiro do Café (1977; 1986) são aquelas em que:

- a) A temperatura média anual está entre 18 °C e 22 °C.
- b) A deficiência hídrica anual está entre 0 mm e 100 mm.
- c) A probabilidade de geadas é menor ou igual a 25 %.

Áreas em que, dos itens acima, apenas a probabilidade de geadas é superior a 25 % são consideradas aptas com restrição às geadas. Áreas em que a temperatura média anual fica entre 22 °C e 23 °C, mas os dois outros itens são atendidos, são consideradas aptas com restrição térmica. Naquelas em que a deficiência hídrica fica entre 100 mm e 150 mm e a temperatura média anual está entre 22 °C e 23 °C são consideradas aptas com restrições hídrica e térmica, recomendando-se a irrigação. Com base nesses parâmetros, Pinto et al. (2001), Caramori et al. (2001), Sedyiama et al. (2001) e Assad et al. (2001) definiram as áreas aptas para a cultura do café arábica nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás, conforme esquematizado na Fig. 3. A metodologia é baseada no cruzamento de três planos principais de informações (deficiência hídrica anual, risco de ocorrência de geadas e

temperatura média anual) definidos a partir da combinação de dados de campo com modelos numéricos.

Fig. 3. Fluxograma da metodologia utilizada no zoneamento de riscos climáticos da cafeicultura.



A deficiência hídrica anual é obtida a partir da simulação de balanços hídricos climáticos, onde os dados de temperatura média mensal são estimados a partir das equações de estimativa de temperatura, definidas em todos os estados do Brasil. Os valores da precipitação média mensal são calculados a partir da série de dados pluviométricos disponíveis no sistema Agritempo (www.agritempo.gov.br). No caso específico do Estado de São Paulo, esses dados foram depurados e consistidos pelo Cepagri/Unicamp, sendo utilizadas 390 estações, correspondentes a séries homogêneas e uniformes de 1961 a 1990, distribuídas conforme ilustrado na Fig. 4.

Para São Paulo, os valores da temperatura média mensal e anual foram calculados por meio da aplicação das equações propostas por Pinto et al. (1972) à base altimétrica do United States Geological Survey (USGS, 2001), que corresponde a uma grade altimétrica uniforme de 30" x 30" de grau ou 800 m x 800 m de distância. É importante salientar que essas equações existem e estão publicadas em periódicos específicos da área de climatologia, para cada estado brasileiro.

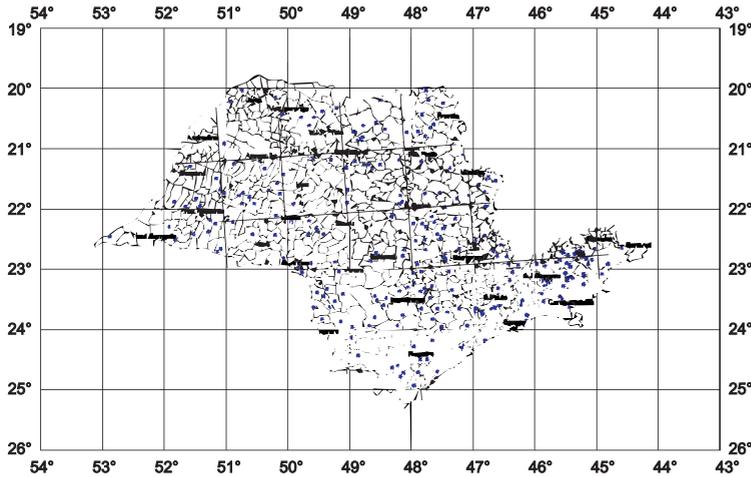


Fig. 4. Distribuição espacial da rede de estações pluviométricas do Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE/CTH/SP) utilizada no zoneamento agrícola. 390 estações de 1961 a 1990.

Fonte: Zullo Júnior et al. (2006).

A probabilidade de geadas foi estimada a partir do modelo proposto por Camargo et al. (1993), considerando-se que o início de danos às folhas do cafeeiro ocorre quando as temperaturas no abrigo meteorológico ficam abaixo de 1 °C (PINTO et al., 1977; 1983).

De acordo com essa metodologia, o potencial atual de cultivo econômico do café arábica, em São Paulo, é da ordem de 39,4 % da área do estado, ou seja, 97.848 km². Além disso, 57.428 km² (23,1 %) correspondem a áreas consideradas restritas por geadas e 39.604 km² (15,9 %) restritas por temperaturas elevadas. Em 706 km² (0,3 %), recomenda-se a irrigação e, em 53.013 km² (21,3 %), a cultura é considerada inapta. A Fig. 5 apresenta o zoneamento climático atual para a cafeicultura no Estado de São Paulo. Metodologia semelhante foi utilizada para a definição do zoneamento do café no Paraná (CARAMORI et al., 2001), em Minas Gerais (SEDIYAMA et al., 2001), em Goiás e no sudoeste da Bahia (ASSAD et al., 2001).

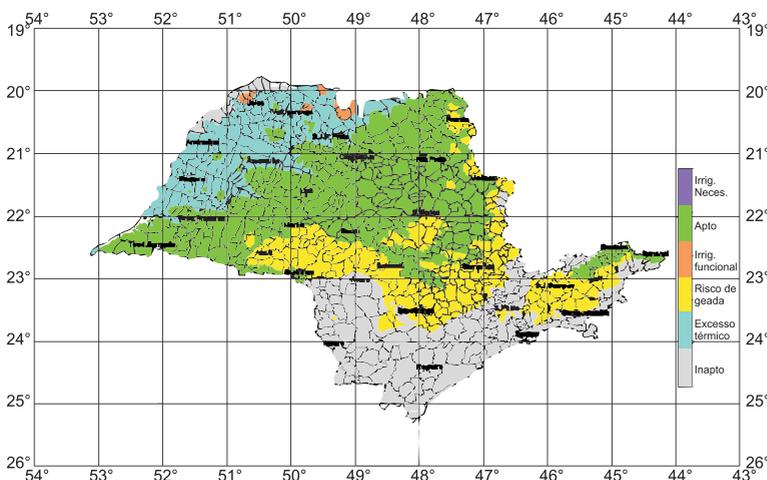


Fig. 5. Zoneamento climático para a cafeicultura no Estado de São Paulo.

Fonte: Pinto et al. (2001)

Metodologia de riscos climáticos para culturas anuais: casos do milho e da soja

Os calendários de plantio que compõem o zoneamento agrícola são revisados e atualizados anualmente com a inclusão de novas culturas e cultivares, o aumento das bases de dados climáticos, a utilização de novas técnicas de interpolação e em função das condições climáticas possíveis na próxima safra. A contínua revisão e atualização do zoneamento agrícola aumenta a precisão dos seus resultados e o torna cada vez mais útil aos agricultores. O zoneamento agrícola está baseado na integração de modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento de culturas, bases de dados de clima e solo, técnicas de análise de decisão e ferramentas de geoprocessamento (CUNHA; ASSAD, 2001).

A metodologia utilizada no Zarc para grãos e culturas anuais no Brasil é baseada no processamento de balanços hídricos seqüenciais, calculados para períodos de dez dias (decêndios), desde o plantio até a maturação da cultura. De maneira geral, o ciclo vegetativo das culturas de grãos é subdividido em quatro fases fenológicas: desenvolvimento inicial (Fase I), crescimento vegetativo (Fase II), florescimento e enchimento de grãos (Fase III) e maturação (Fase IV). A duração do ciclo fenológico pode ser estimada em função das exigências térmicas nos subperíodos “emergência-florescimento” e “emergência-início de maturação”, considerando-se uma temperatura base variável. A Tabela 3 apresenta exemplo de valores dos graus-dias e da temperatura basal utilizados para definir a duração das quatro fases fenológicas para três possíveis cultivares de milho (BRUNINI et al., 2001).

A demanda de água das culturas e os períodos com deficiência ou excesso hídrico são determinados utilizando-se o coeficiente de cultura (Kc) apropriado,

Tabela 3. Parâmetros utilizados para definir a duração das fases fenológicas do milho para três tamanhos de ciclo diferentes.

Ciclo	Graus-dia a partir da germinação	
	Até o florescimento ($T_{\text{BASAL}} = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$)	Até a maturação ($T_{\text{BASAL}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$)
I	862	1.237
II	820	1.190
III	747	1.075

Fonte: Brunini et al. (2001).

que possui uma relação linear com os índices de área foliar (IAF), conforme perfil-padrão apresentado na Fig. 6. Esse coeficiente é determinado experimentalmente, em cada região do Brasil, e pode ser estimado em função das latitudes, longitudes e altitudes dos locais onde se pretende plantar e não existam resultados de experimentos.

Um modelo de balanço hídrico seqüencial, apresentado por Forest (1984), testado por Assad (1986) e modificado por Vaksman (1990), tem sido utilizado

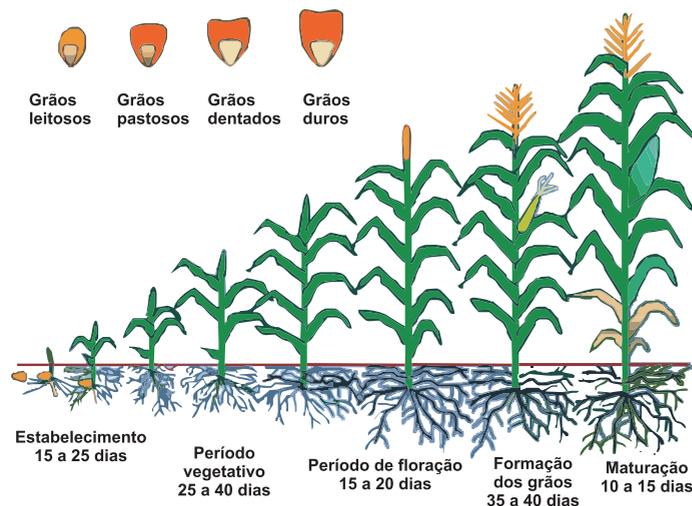


Fig. 6. Perfil típico utilizado para definir o coeficiente de cultura (K_c) em milho.

Fonte: Luiz Marcelo Aguiar Sans, Embrapa Milho e Sorgo.

para calcular o I_s (Índice de Satisfação das Necessidades de Água – razão entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima), que representa o grau de atendimento hídrico da cultura. Valores de I_s durante a fase crítica (Fase III – fase reprodutiva: florescimento e enchimento de grãos), para uma frequência mínima de 80 % dos balanços hídricos calculados, são espacializados utilizando-se o sistema de informações georreferenciadas (SIG) para determinar a viabilidade de determinado período de plantio: favorável para valores de I_s iguais ou superiores a um valor de corte estabelecido ou desfavorável para valores de I_s inferiores ao valor de corte. Para utilizar esse tipo de modelo devem ser consideradas apenas as culturas sob o regime de sequeiro, sendo utilizados três tipos de solos, conforme descrito no item anterior, baseados na textura de cada um. Os dados pluviométricos utilizados são os mesmos do zoneamento do café, ou seja, dados disponíveis no Brasil, com séries históricas maiores do que 20 anos.

A evapotranspiração potencial é calculada utilizando, por exemplo, o método proposto por Thornthwaite e Matter (1955). No caso do Estado de São Paulo,

utiliza-se a adaptação apresentada por Camargo e Camargo (1983), baseada na temperatura média mensal, estimada a partir das equações apresentadas por Pinto et al. (1972), utilizando as coordenadas geográficas (altitude, latitude e longitude) das estações pluviométricas.

Riscos de geada e insuficiência térmica também são incorporados ao estudo, permitindo quantificar e qualificar áreas e épocas adequadas à semeadura das culturas, quando necessário (normalmente na Região Sul, para as culturas de inverno, ou na Região Sudeste para a safrinha). A Fig. 7 apresenta um fluxograma simplificado da metodologia utilizada para as culturas anuais. As Fig. 8, 9 e 10 apresentam os resultados do zoneamento de riscos climáticos para cultivares precoces de soja no Estado de Goiás, para plantios no primeiro decêndio de outubro, novembro e dezembro, respectivamente, em solos do Tipo 3. Observa-se um aumento substancial no tamanho das áreas aptas (em verde) para plantios em novembro, em comparação com os resultados para os meses de outubro e dezembro. As Fig. 11 a 14 apresentam os resultados do zoneamento de riscos climáticos para plantios de milho no Estado do Piauí, de novembro a janeiro, em solos dos tipos 2 e 3.

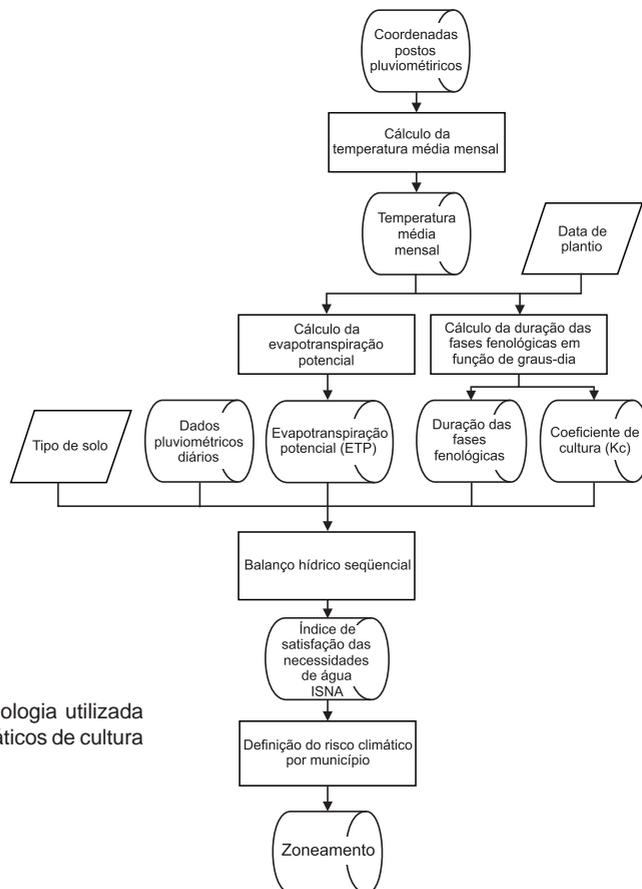


Fig. 7. Fluxograma da metodologia utilizada no zoneamento de riscos climáticos de cultura anual.

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo.

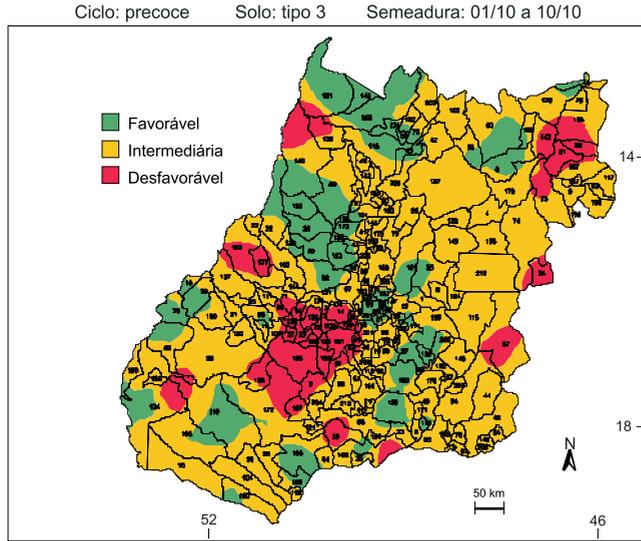


Fig. 8. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da soja no Estado de Goiás, para plantios de cultivares precoces, no primeiro decêndio de outubro, em solos do Tipo 3.

Fonte: Eduardo Delgado Assad, Embrapa Informática Agropecuária.

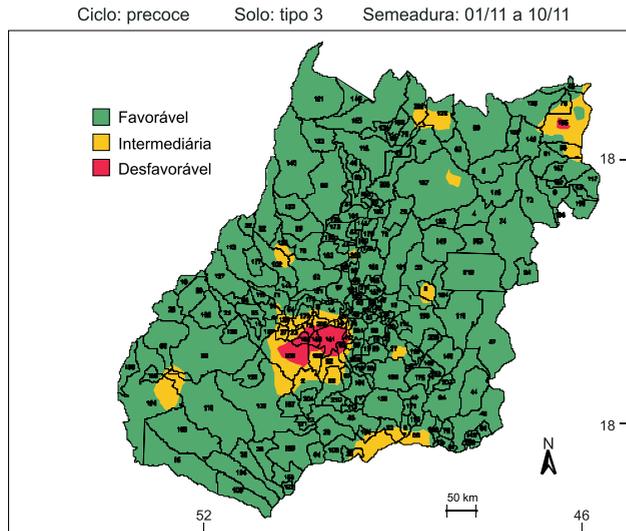


Fig. 9. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da soja no Estado de Goiás, para plantios de cultivares precoces, no primeiro decêndio de novembro, em solos do tipo 3.

Fonte: Eduardo Delgado Assad, Embrapa Informática Agropecuária.

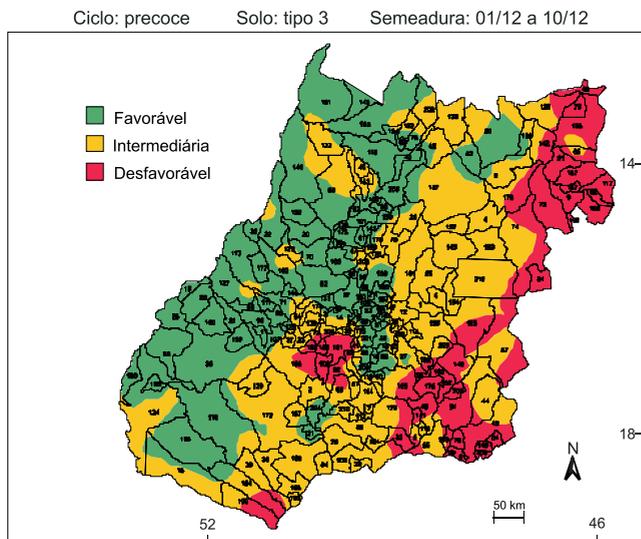


Fig. 10. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da soja no Estado de Goiás, para plantios de cultivares precoces, no primeiro decêndio de dezembro, em solos do tipo 3.

Fonte: Eduardo Delgado Assad, Embrapa Informática Agropecuária.

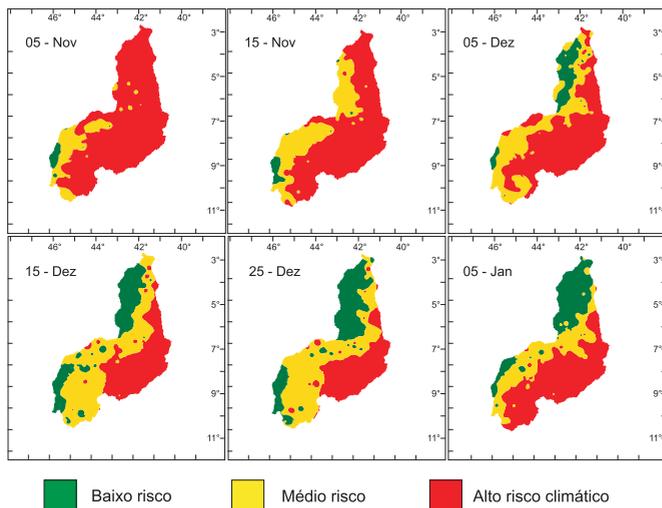


Fig. 11. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da soja no Estado do Piauí, para plantios de novembro a janeiro, em solos do tipo 2.

Fonte: Andrade Junior et al. (2001).

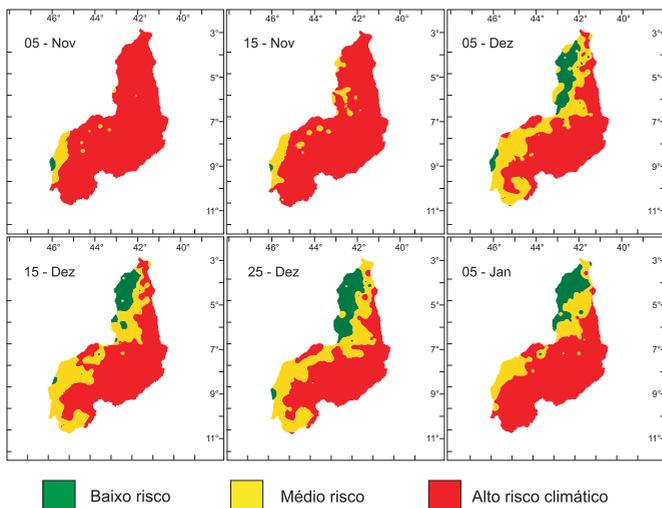


Fig. 12. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da soja no Estado do Piauí, para plantios de novembro a janeiro, em solos do tipo 3.

Fonte: Andrade Junior et al. (2001).

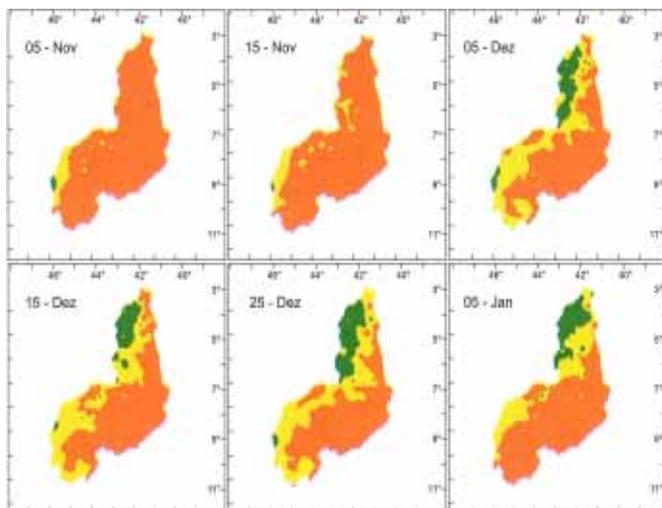


Fig. 13. Zoneamento de riscos climáticos da cultura do milho no Estado do Piauí, para plantios de novembro a janeiro, em solos do tipo 2.

Fonte: Andrade Junior et al. (2001).

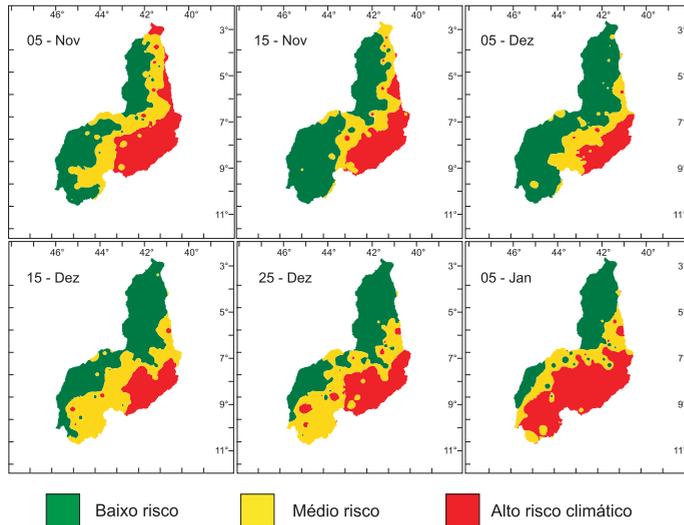


Fig. 13. Zoneamento de riscos climáticos da cultura do milho no Estado do Piauí, para plantios de novembro a janeiro, em solos do Tipo 3.

Fonte: Andrade Junior et al. (2001).

Considerações finais

Como resultados da utilização do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos pelo Proagro, podem ser destacados os seguintes fatores:

- a) Redução das solicitações de cobertura por eventos climáticos sinistrantes.
- b) Inibição e diminuição das solicitações fraudulentas, uma vez que o acompanhamento sistemático das ocorrências climáticas e o monitoramento das operações securitárias, em todas as suas fases, coíbem a realização de pagamentos indevidos.
- c) Disponibilização de informações gerenciais necessárias à melhor gestão do Proagro.
- d) Disponibilização de informações sistematizadas que possibilitem avaliação permanente dos resultados do zoneamento agrícola e seu constante aperfeiçoamento.
- e) Diminuição dos aportes de recursos financeiros do Tesouro Nacional, da ordem de R\$150 milhões³ por ano, decorrentes da melhor correlação entre os recursos arrecadados e os despendidos pelo Programa.

Constata-se, portanto, que novos rumos surgiram para a seguridade agrícola brasileira com o Programa de Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, permitindo que o Proagro seja um indutor de tecnologia, abandonando a fase crítica em que se constituiu simples e desastrado pagador de seguros.

Tanto o zoneamento agrícola como o monitoramento das ações do Proagro trazem benefícios para o setor agropecuário brasileiro, como demonstram

³ Aproximadamente US\$ 85 bilhões; valor do dólar em outubro de 2007 = R\$ 1,766.

sobejamente os resultados já alcançados, principalmente no que concerne à diminuição das perdas provocadas por eventos climáticos, ao aumento da produtividade das lavouras consideradas e à recuperação do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária como um verdadeiro instrumento de política agrícola.

Agradecimentos

O zoneamento agrícola de riscos climáticos tornou-se uma política pública graças ao esforço dos seguintes pesquisadores: Gilberto Rocca Cunha, Jaime Maluf, Silvio Steinmetz, Flavio Haertel, Ronaldo Matzenauer, Marcos Wrege, Hugo José Braga, Paulo Henrique Caramori, Jose Renato Bouças Farias, Rogério Remo Alfonsi, Orivaldo Brunini, Maria Leonor Lopes Assad, Luiz Marcelo Aguiar Sans, Silvando Carlos da Silva, Balbino Antonio Evangelista, Edson Eijy Sano, Heleno Bezerra, Fernando Antonio Macena da Silva, Ana Gama, Alexandre Hugo Barros, Malaquias Amorin (in memorian), José Américo Bordini, Maria de Jesus, Therezinha Xavier, Cláudio Lazarotto, Napoleão Esberard, Helio Goppfert (in memorian), Paulo Schubnel Resende Lima, José Tadeu Keller Filho. Os autores também gostariam de agradecer especificamente o dr. Luiz Antonio Rosseti, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que não mediu esforços em transformar o zoneamento agrícola numa realidade nacional.

Referências

ANDRADE JUNIOR, A. S.; SENTELHAS, P. C.; LIMA, M. G.; AGUIAR, M. J. N.; LEITE, D. A. S. R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e soja no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. 3 (Número Especial: Zoneamento Agrícola), p. 544-550, 2001.

ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M. da; CUNHA, S. A. R.da; ALVES, E. R.; LOPES, T. S. de S.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Zoneamento agroclimático para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado de Goiás e sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001. (Número Especial: Zoneamento Agrícola).

ASSAD, E. D. Simulation de l'Irrigation et du Drainage pour les Cultures Pluviales de Riz et de Maïs en Sols de Bas-fonds à Brasília. **Memoires et Travaux de IRAT**, n. 13, 1986. 10 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Seplan/IBGE, 1986, v. 33, 796 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Seplan/IBGE, 1999, v. 35. (não publicado).

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005. [Online]. Instrução normativa nº 12. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>.

BRUNINI, O.; ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.

P.; PATTERNIANI, M. E. Z. Riscos climáticos para a cultura do milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001. (N° Especial: Zoneamento Agrícola).

CAMARGO, A. P. de; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S. et al. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas do Cerrado, In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., **Bases para Utilização Agropecuária**. Ed. Itatiaia, p. 89-120, 1977.

CAMARGO, M. B. P. de; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. Probabilidade de ocorrência de temperaturas absolutas mensais e anual no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 161-168, 1993.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. de. Teste de uma equação simples para estimativa da evapotranspiração potencial baseada na radiação solar extraterrestre e na temperatura do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, Campinas. **Anais ...**, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 229-244, 1983.

CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; FARIA, R. T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; SERA, T.; CHAVES, J. C. D.; KOGUISHI, M. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 486-494, 2001. (Número Especial: Zoneamento Agrícola).

CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. M.; ASSAD, E. D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos Cerrados brasileiros. In: ASSAD, E. D. **Chuvas nos cerrados: análise e espacialização**. Brasília, Embrapa-CPAC/Embrapa-SPI, 1994. 423 p.

CUNHA, G. R. da; ASSAD, E. D. Uma visão do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385, 2001.

EDELBROCK, C. Comparing the accuracy of hierarchical clustering algorithms: the problem of classifying everybody. **Multivariate Behavior Research**, v. 14, p. 367-384, 1979.

EVERITT, B. S. **Cluster analysis**. 3rd ed. London: Heinemann Educational Books, 1993. 122 p.

FOREST, F. **Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales** Présentation et utilisation du logiciel BIP. Montpellier: Irat-Cirad, 1984. 63 p.

GÖEPFERT, H.; ROSSETTI, L. A.; SOUZA, J. **Eventos generalizados e segurança agrícola**. Brasília: Ipea, 1993. 65 p.

GREEN, P. E. **Analyzing multivariate data**. Hinsdale, Illinois: The Dryden Press, 1978. 519 p.

HARTIGAN, J. A. Statistical theory in clustering. **Journal of Classification**, v. 2, p. 63-76, 1985.

HASTENRATH, S.; GEISCHAR, L. Further work of Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Climate**, v. 6, p. 743-758, 1993.

HIEZ, G. L'homogénéité des données pluviométriques. **Cahiers Orstom, Série Hydrologie**, v. 14, p. 129-172, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. IBC. **Plano de renovação e revigoração de cafezais - 1977/78**. Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e do Comércio, Gerca, 1977. 45 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. IBC. Clima e fenologia. In: Ministério da Indústria e do Comércio. Gerca. **Cultura do café no Brasil** Pequeno Manual de Recomendações. Rio de Janeiro, p.8-21, 1986.

KAUFMAN, L.; ROUSSEAU, W. **Finding groups in data: an introduction to cluster analysis**. New York: John Wiley & Son, 1990.

KELLER FILHO, T.; ASSAD, E. D.; LIMA, P. R. S. de R.; Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 311-322, 2006.

KELLER FILHO, T. Redução do risco climático na agricultura: uma abordagem probabilística: 1- Metodologia, principais aspectos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1998. p. 40-47.

LIMA, J. G. S. **Gerenciamento de dados climatológicos heterogêneos em agricultura** Campinas, 2003. 103 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.

LIMA, P. R. S. de R. Redução do risco climático na agricultura: uma abordagem probabilística. 2- Resultados obtidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., 1998, Brasília. **Anais.** Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1998. p. 48-57.

LOPES ASSAD, M. L.; BOSCHI, R. S.; NOMURA, E. ; EVANGELISTA, B. A. ; SILVA, J. S. V. Uso de informações de solos no Zoneamento Agrícola de Risco Climático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., Aracaju, 2007.

LOPES ASSAD, M. L.; SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; ZULLO JUNIOR, J. Relação água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. especial, 2001.

MILLIGAN, G. W.; COOPER, M. C. An examination of procedures for determining the number of clusters in a dataset. **Psychometrika**, v. 50, p. 159-179, 1985.

MUÑOZ-DIAZ, D.; RODRIGO, F. S. The North Atlantic oscillation and winter rainfall over the Siberian Peninsula as captured by cluster analysis. **Geophysical Research Abstracts**, v. 5, p. 865-885, 2003.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421 p.

NOBRE, C. A. Ainda sobre a zona de convergência do Atlântico Sul: a importância do Oceano Atlântico. **Climanálise**, v.3, p.30-33, 1988.

NOBRE, C. A.; SELLERS, P.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v. 4, p. 957- 988, 1991.

OLIVEIRA, L. L.; VIANELLO, R. L.; FERREIRA, N. J. **Meteorologia fundamental**. Erechim, RS: Edifapes, 2001. 423 p.

PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 78 p.

PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E. D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura no Estado de São Paulo, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 495-500, 2001.

PINTO, H. S.; PEDRO JUNIOR, M. J.; CAMARGO, M. B. P. de. Avaliação de efeitos causados por geadas à agricultura paulista através do uso de cartografia computadorizada. In: CONGRESSO NACIONAL DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL – CONAI, 1., 1983. São Paulo. **Anais..** São Paulo: Sucesu, SEI, Andei, Abicomp, p. 274-279, 1983.

PINTO, H. S.; TARIFA, J. R.; ALFONSI, R. R. Estimation of frost damage in coffee trees in the state of São Paulo – Brasil. American Meteorological Soc. In: CONFERENCE ON AGRICULTURE AND FOREST METEOROLOGY. 13., Purdue University. W. Lafayette, USA, p. 37-38, 1977.

PINTO, H. S.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. **Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função de altitude e latitude** São Paulo: Instituto de Geografia, FFCL, USP, 1972. 20 p. (Caderno Ciências da Terra, 23).

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. São José dos Campos, 1994. 97 p. Tese (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the southern oscillations. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 2, p. 81-91, 1990.

ROSSETTI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 386-399, 2001.

SARLE, W. S. **Cubic clustering criterion**. Cary, NC: SAS Institute, 1983. 39 p. (SAS Technical Report A-108).

SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA. **Relatório das atividades desenvolvidas pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas no período de junho de 1971 a junho de 1972** Zoneamento do café arábica a pleno sol no Brasil por viabilidade climática, Campinas, 1972. 81 p.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JR., J. C. F.; SANTOS, A.R.dos; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J., COSTA, J.M.N. da; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 510-518, 2001. (Número Especial: Zoneamento Agrícola).

SILVA DIAS, P. L.; MARENCO, J. A. Águas atmosféricas. In: REBOUÇAS, A. C. R.; BRAGA, B.; TUNDIZI, J. G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Ed. Escrituras, 1999. Cap. 3. p.75-115.

SILVA DIAS, M. A.; GRAMMELSBACHER, E. A possível ocorrência do tornado em São Paulo no dia 26 de abril de 1991: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.6, p.513-522, 1991.

SOARES, A. M.; SILVA, J. S. V. **Uniformização da legenda de solos do Brasil ao milionésimo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005. 32 p. (Documentos/Embrapa Informática Agropecuária; 49).

TARIFA, J. R. **Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo** uma análise quantitativa do processo genético. São Paulo, 1975. 93 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

THORNTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, The Laboratory of Climatology, Centerton, NJ, USA, v. 8, n. 1, 104 p, 1955.

UNAL, Y.; KINDAP, T.; KARACA, M. Redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis. **International Journal of Climatology**, v. 23, p. 1045-1055, 2003.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **USGS Eros Data Center**. Distributed Active Archive Center. 2001. Disponível em: <<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.html>>

UVO, B. C. Analysis and regionalization of the Northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic oscillation. **International Journal of Climatology**, v.23, p.1185-1194, 2003.

VAKSMANN, M. **Le modèle bipode: logiciel**. Bamako: IRAT, 1990.

VIANELLO, R. L.; ALVES, R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1991. 449 p.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 236-244, 1963.

ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S., ASSAD, E. D. Impact assessment study of climate change on agricultural zoning. **Meteorological Applications** (Supplement) p. 69-80, 2006.

Capítulo 4

Correção de solos e adubação

Bernardo van Raij
Alfredo Scheid Lopes

Desde que o Brasil começou a praticar a agricultura, nos primórdios da era colonial, nutrientes e água eram obtidos pelas plantas do solo. Até a metade do século 20, isso continuou assim. À medida que os melhores solos de elevada fertilidade natural e propriedades físicas adequadas foram sendo ocupados, a produção agrícola atingiu um limite de produtividade, já na segunda metade do século 20. Isso porque, além da depleção natural dos nutrientes, que não eram repostos em quantidades suficientes, as propriedades físicas também sofreram deterioração por causa da degradação causada, principalmente, por queimadas, erosão e mecanização.

Várias medidas tornaram-se necessárias, não só para reverter a degradação mas também para ocupar, com a agricultura, vastas áreas até então pouco cultivadas. A correção do solo e a adubação foram os principais fatores de aumento de produtividade da agricultura brasileira.

Neste capítulo discutem-se as particularidades do manejo da fertilidade do solo no Brasil e como houve evolução para um sistema consistente de recomendações de calagem e de adubação com base na análise do solo. Por limitação de espaço, a ilustração com os resultados recorre apenas a alguns exemplos da vasta literatura disponível.

Ênfase é dada aos avanços técnico-científicos e inovações efetivamente incorporados como tecnologias no dia-a-dia da agricultura nacional, considerando os instrumentos e as informações de que o Brasil dispõe para gerir a correção do solo e a adubação.

Os solos brasileiros e o desenvolvimento da agricultura

O solo é um recurso natural fundamental para a produção agrícola, graças às propriedades que permitem que ofereça sustentação às plantas e lhes dê as

condições necessárias de desenvolvimento. Trata-se de material poroso que possibilita a penetração de raízes e supre as necessidades das plantas em água e em nutrientes minerais. As propriedades únicas do solo são decorrentes de cinco fatores de formação conceituados por Jenny (1941): organismos, material de origem, topografia, clima e tempo. O material de origem é o principal responsável pela fertilidade do solo.

O Brasil, em decorrência do fator clima, quente e úmido, e do material de origem dos solos, muitas vezes já de baixa fertilidade natural pelo intemperismo geológico que sofreu, tem grandes extensões de solos ácidos.

Eswaran et al. (1997) fazem uma apreciação global que situa o problema da acidez em solos no mundo. Um resumo é apresentado na Tabela 1. No mundo todo, a área estimada de solos ácidos é de 3,77 bilhões de hectares, desses, 1,18 bilhão está na América do Sul, ou praticamente um terço. Na América do Sul, 66,1 % dos solos são ácidos. A estimativa apresentada pelos autores é por continente, mas o mapa apresentado permite inferir a situação do Brasil. Os solos com acidez alta ou extrema estão, em sua maior parte, na América Andina, ao norte da Bolívia. Já os solos ácidos do Brasil são predominantemente de acidez moderada (pH de 4,5 a 5,5), o que se deve à predominância de Latossolos, seguidos de Argissolos (SANTOS et al., 2006). Esse detalhe é fator favorável para tornar esses solos produtivos.

Tabela 1. Estimativa de solos ácidos no mundo e na América do Sul.

Classe de acidez do solo	Área global		Área da América do Sul	
	10 ⁶ hectares	(%)	10 ⁶ hectares	(%)
Leve (pH de 5,5 a 6,5)	1.250	8,6	245	13,7
Moderada (pH de 4,5 a 5,5)	1.540	10,6	443	24,8
Alta (pH de 3,5 a 4,5)	977	6,7	365	20,4
Extremamente ácida (pH < 3,5)	10	0,1	128	7,2
Total	3.777	25,9	1.180	66,1

Fonte: Eswaran et al. (1997).

Mesmo a acidez dos solos sendo moderada, vem associada com baixíssima fertilidade natural de grandes áreas, como foi demonstrado para a grande região do Cerrado por Lopes (1983).

A baixa fertilidade dos solos não tem sido obstáculo para o desenvolvimento agrícola, como atestam Resck et al. (2006), ao descrever o desenvolvimento agrícola de grandes regiões do Brasil dentro do contexto da América do Sul.

O cultivo do solo no Brasil deu-se, desde o período colonial, aproveitando a fertilidade natural com a reposição de nutrientes apenas com esterco animal. A grande cultura econômica era a da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e os melhores solos eram os massapés, principalmente no Nordeste. No século 19, o café (*Coffea* spp.) começou a adquirir maior importância e, depois de longo deslocamento pelas áreas litorâneas brasileiras, passando pelo Nordeste e pelo Estado do Rio de Janeiro, instalou-se, finalmente, em São Paulo, ainda no século 19, e no norte do Paraná, no século 20.

Para o desenvolvimento do café, o fator principal que permitiu a pujança e a criação de riqueza foi a elevada fertilidade dos solos formados de rochas básicas, as chamadas “terras roxas”, que promoveram o aparecimento de grandes cidades em algumas regiões brasileiras, principalmente durante o ciclo do café, nos séculos 19 e 20.

Até a metade do século 20, a agricultura brasileira desenvolveu-se praticamente com a fertilidade natural dos solos, havendo pouco uso de corretivos da acidez e de fertilizantes. Com a degradação dos solos e a conseqüente perda de produtividade, além do cultivo de novas áreas de baixa fertilidade natural, principalmente da região do Cerrado do Brasil Central, e dos Campos Gerais, da Região Sul, o uso de corretivos da acidez e de fertilizantes minerais foi uma necessidade.

O papel central da análise de solo

A análise química do solo é fundamental para determinar as necessidades de corretivos da acidez e de adubação das culturas. É a análise química mais usada na agricultura mundial e um notável instrumento de difusão de tecnologia para informações sobre correção do solo e adubação.

A análise de solo já era disponível no Brasil no final do século 19, porém seu uso era limitado e, passado muito tempo, o número de amostras analisadas anualmente no País, no começo da década de 1960, era, provavelmente, de menos de 20 mil amostras. Na metade dessa década, houve importante iniciativa que alterou de forma decisiva essa situação, conforme descrevem Rajj et al. (1994) e Cantarella et al. (1995).

Em meados da década de 1960, foi realizado um programa conjunto do Instituto de Química Agrícola (IQA)¹ do Ministério da Agricultura com a

¹ “Em 1962, o IQA foi extinto juntamente com outros órgãos de pesquisa agropecuária. ... Contudo, o trabalho científico desenvolvido no IQA durante décadas ... não estava perdido. Ao contrário, ele foi disseminado por outros centros onde seus profissionais se estabeleceram. ... Uma parte do acervo do IQA foi reunida à extinta Comissão de Solos e deu origem à atual Embrapa Solos.” Disponível em: <http://esolos-d09bgw.cnps.embrapa.br/blogs/emdia/?p=491>. Acesso em: 10 jan. de 2008.

Universidade de Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América, para aperfeiçoar a análise de solo e as recomendações de calagem e adubação de culturas no Brasil. Isso se fazia necessário pelas grandes diferenças de fertilidade e de disponibilidade de nutrientes em diferentes condições. O programa almejou a uniformização de métodos em uso no Brasil, a automação das análises e a interpretação de resultados, no que foi bem-sucedido. O programa realizava reuniões anuais e divulgou muito bem as suas informações por meio dos recursos disponíveis na época. Como consequência, causou grande motivação e entusiasmo nos participantes e grande impacto na agricultura brasileira.

Os métodos de análise de solo foram uniformizados em todo o País, com apenas pequenas diferenças regionais. Os laboratórios passaram a usar medidas volumétricas de solos e aparelhos de automação. Era feita a extração de cálcio, magnésio e alumínio com solução de cloreto de potássio e a titulação com solução de EDTA (etilenodiamino tetra-acético) de Ca + Mg e de alumínio com solução de hidróxido de sódio. Fósforo e potássio eram determinados com a solução Mehlich 1, consistindo de mistura de ácido sulfúrico e ácido clorídrico diluídos, sendo o fósforo determinado por método colorimétrico e o potássio por fotometria de chama. A outra determinação feita era o pH. Dessa forma, os laboratórios de análise de solo operavam sem equipamentos sofisticados, o que permitiu sua rápida proliferação.

Não há informações sobre o número de laboratórios de análise de solos e quantidades de amostras analisadas antes de 1972. Dois levantamentos foram feitos a partir dessa data. O primeiro, realizado por Cabala-Rosand e Rajj (1983), foi feito para o período de 1972 a 1982. Cantarella et al. (1995) realizaram outro levantamento de 1983 a 1989. Os resultados para anos selecionados, apresentados na Tabela 2, mostram a grande evolução da análise do solo. Atualmente, existem 280 laboratórios de análise de solos em operação no País.

Com o término do projeto do Ministério da Agricultura, houve a regionalização dos programas de laboratórios de análise de solo, dos quais os mais consolidados foram o da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal (Rolas), no Rio Grande do Sul e Santa Catarina; o Sistema Instituto Agrônomo de Campinas (Sistema IAC), em São Paulo e mais dez estados participantes; o de Minas Gerais; o Programa de Análise Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), coordenado pela Embrapa Solos, Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que envolve laboratórios em todo o País, especialmente nas regiões que não são cobertas pelos outros laboratórios; o do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar); e o do Centro-Oeste.

Tabela 2. Laboratórios de análise de solo e amostras analisadas no Brasil em anos selecionados.

Tipo de laboratório	Ano				
	1972	1976	1981	1985	1989
	Número de laboratórios				
Institutos de pesquisa	14	31	48	51	57
Faculdades de agronomia	4	10	19	33	43
Laboratórios comerciais	3	4	12	19	39
Indústrias de fertilizantes	2	3	5	5	6
Organização de produtores	1	3	7	7	22
Total	24	51	91	115	167
	Número de amostras analisadas (1.000)				
Institutos de pesquisa	114	144	229	266	234
Faculdades de agronomia	61	77	57	122	137
Laboratórios comerciais	42	58	59	99	210
Indústrias de fertilizantes	42	31	39	31	37
Organização de produtores	7	11	24	83	100
Total	266	321	408	601	718

Fonte: Rajj et al.(1994).

Esses programas regionais de qualidade ou proficiência de análise de solos visam à uniformidade analítica e ao aprimoramento constante da qualidade dos resultados. Já foi demonstrado que esses programas melhoram efetivamente a análise de solo (QUAGGIO et al., 1994). Os programas são discutidos anualmente dentro das reuniões oficiais da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Para a organização de recomendações de adubação e calagem de culturas existem, no Brasil, importantes publicações, normalmente conhecidas como “tabelas de adubação”, embora sejam muito mais do que isso. As principais são: para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (WIETHÖLTER, 2004; TEDESCO et al., 1995), chamada Sistema Rolas; para São Paulo, o Boletim 100 e o Sistema IAC de análise de solo (RAIJ et al., 1996; 2001); para Minas Gerais, a última edição das tabelas, chamada simplesmente de “5ª aproximação” (RIBEIRO et al., 1999); e as para o Cerrado (SOUSA; LOBATO, 2002). Essas publicações são obras indispensáveis para essas regiões, contendo, cada uma delas, grande volume de informações sobre fertilidade do solo e adubação.

Acidez e calagem

A acidez é um dos principais fatores da baixa produtividade dos solos brasileiros que não são devidamente corrigidos. Solos ácidos contêm teores tóxicos de alumínio e baixos teores de cálcio e magnésio. Além disso, diversos nutrientes têm a sua absorção prejudicada pela acidez e, outros, favorecida. Dessa forma, a correção da acidez tem um conjunto de efeitos não só sobre elementos químicos mas também sobre propriedades físicas.

O principal fator que prejudica as culturas em solos ácidos é o alumínio trocável, que reduz o crescimento de raízes. Contudo, o efeito é variável entre espécies de plantas e até entre cultivares da mesma espécie. Esse assunto e outros correlatos sobre acidez e calagem foram revistos por Raij (1991), Raij e Quaggio (1997), Quaggio (2000) e Wiethölter (2000).

No início do programa de laboratórios de análise de solo, a neutralização do alumínio foi considerada como o principal objetivo da calagem (COLEMAN et al., 1958; KAMPRATH, 1970), logo acrescido da necessidade de elevação dos teores de Ca + Mg como nutrientes. Tal critério mostrou-se adequado na época por preconizar doses relativamente baixas de calcário em uma época em que praticamente não se usava calcário. Além disso, havia a precaução de evitar deficiências de micronutrientes pela elevação do pH dos solos e, nesse particular, aplicações moderadas de calcário minimizavam esse problema.

Com o tempo, contudo, a observação de maiores respostas à calagem, além daquelas necessárias para neutralizar o alumínio, e o domínio da adubação com micronutrientes provocaram algumas mudanças.

No Rio Grande do Sul e Santa Catarina foi adotado, em 1968, o tampão SMP – Shoemaker, McClean, Pratt (SHOEMAKER et al., 1961), que permite elevar o pH dos solos a valores variáveis (WIETHOLTER, 2004). Contudo, é importante frisar que a principal razão para a adoção desse método, que preconiza quantidades bem mais elevadas de calcário do que o método do alumínio, deve-se, em grande parte, às diferenças dos solos do Sul em relação aos de regiões mais quentes do Brasil.

Uma aferição com experimentos de campo de um método que preconiza a elevação da saturação por bases do solo foi feita por Raij et al. (1983). Os resultados mostraram que o critério do alumínio, mesmo combinado com a elevação dos teores de cálcio e magnésio, não é uma opção suficiente para as culturas estudadas (Tabela 3). Diversos outros experimentos realizados no Estado de São Paulo confirmaram essa observação (QUAGGIO, 2000) e permitiram introduzir, em 1983, uma importante inovação, que foi a elevação da saturação por bases da capacidade de troca dos cátions dos solos à pH 7

Tabela 3. Comparação de resultados analíticos de solos e as produções atingidas por três culturas e diferentes graus de acidez de solos.

Solo	Cultura	Ano agrícola	pH	Alumínio (mmol _c /dm ³)	Soma de bases	Saturação por bases do solo (%)	Saturação em alumínio (%)	Produção (kg/ha)
Podzólico Vermelho-Amarelo	Milho	1974/1975	4,4	10	11	14	48	4.325
			4,8	5	25	33	17	5.416
			5,4	1	38	50	3	6.091
			5,7	1	45	60	2	6.408
Latossolo Vermelho-Escuro Álico	Soja	1975/1976	4,7	10	8	15	56	479
			5,4	3	21	40	13	1.163
			5,9	1	33	55	2	1.489
			6,3	0	45	68	0	1.625
Latossolo Roxo	Algodão	1976/1977	4,9	6	20	23	23	664
			5,1	4	26	33	13	1.213
			5,4	2	32	40	6	1.865
			5,8	1	42	53	2	2.360

Adaptado de Rajj et al. (1983).

como critério cientificamente embasado e flexível para acomodar metas diferentes de calagem para diversas culturas. Isso foi muito facilitado pela adaptação do tampão SMP, que é de uso muito fácil no laboratório para a determinação da acidez total do solo à pH 7 (QUAGGIO et al., 1985).

O cálculo da necessidade de calagem de um solo é realizado com a fórmula (RAIJ, 1981):

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) CTC}{10 PRNT}$$

NC é a necessidade de calagem dada em t/ha de calcário para uma camada de solo de 20 cm de profundidade; o PRNT expressa o conteúdo neutralizante do calcário em CaCO_3 equivalente; CTC é a capacidade de troca de cátions do solo à pH 7,0, expressa em mmol/dm^3 ; V_1 é a saturação, por bases, do solo; e V_2 é a meta de saturação por bases a ser atingida pela calagem. A meta de calagem recomendada, V_2 , é variável entre regiões, dependendo dos solos predominantes e das culturas, sendo mais elevada para culturas menos tolerantes à acidez.

Um aspecto importante na calagem é a importância da boa incorporação. Gonzáles-Erico e outros (1979) mostraram isso em experimento conduzido no Cerrado do Distrito Federal (Tabela 4). É marcante o efeito da incorporação mais profunda do calcário no solo. No caso, foram avaliados três cultivos apenas, mas percebe-se que o efeito da incorporação mais profunda do calcário sobre a produção acentua-se com o tempo. Oito toneladas de calcário por hectare incorporado a 0–15 cm, que é a profundidade próxima da usada em plantio convencional, têm aproximadamente o mesmo efeito na produção do que apenas 1 t/ha de calcário aplicado de 0 cm a 30 cm. Note-se que aqui não se está lidando com grandes profundidades no perfil do solo.

Diagnose da deficiência de nutrientes

Com o passar dos anos, as deficiências de diversos nutrientes foram surgindo por várias razões: a) deficiência já presente no solo, principalmente nas áreas de solos de baixa fertilidade, como do Cerrado; b) deficiência induzida pela calagem; c) esgotamento no solo por colheitas sem reposição; d) necessidades maiores para produções crescentes.

Tabela 4. Influência da profundidade de incorporação do corretivo na eficiência da calagem para milho. Ensaio realizado em Latossolo Vermelho-Escuro do Cerrado, em Planaltina, DF.

Calcário (t/ha)	Produção de grãos (kg/ha)				Índice (%)
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo	Média	
Testemunha sem calcário					
0	2.115	4.569	880	2.521	100
Calcário incorporado a 0 cm–15 cm de profundidade					
1	3.423	5.281	1.474	3.397	135
2	3.531	5.689	1.863	3.694	146
4	4.004	5.903	2.265	4.057	161
8	3.723	5.960	2.052	3.912	155
Calcário incorporado a 0 cm–30 cm de profundidade					
1	4.019	5.684	2.086	3.930	155
2	4.341	5.858	2.573	4.257	169
4	4.797	6.682	3.058	4.846	192
8	4.792	7.266	3.601	5.220	207

Fonte: Gonzáles-Erico (1979).

Os problemas são tão diversos que Malavolta e Kliemann (1985), por exemplo, referem-se a eles como “desordens nutricionais no Cerrado”. Nessa região, ocorrem deficiências de fósforo, nitrogênio, potássio, enxofre, boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco. Dos micronutrientes, só não foram constatadas deficiências de cloro e de ferro.

Qualquer que seja a razão, deficiências de nutrientes devem ser corrigidas. O problema é diagnosticar a deficiência e, para isso, a análise de solo sempre é a primeira opção.

Para desenvolver um método de análise de solo eficiente há duas condições importantes: a primeira é que a quantidade extraída pela análise seja uma avaliação adequada dos teores biodisponíveis, relacionando-se bem com quantidades absorvidas pelas plantas ou com respostas de culturas com adubação de nutrientes; a segunda é que o método possa ser adaptado para o uso nos sistemas de automação dos laboratórios.

Magnésio, potássio, cálcio e sódio ocorrem no solo como cátions trocáveis. Sua determinação é feita sem maiores problemas por diversos métodos que empregam soluções salinas ou ácidos diluídos. O alumínio é extraído com solução de cloreto de potássio.

O grande problema no sistema de análise de solo introduzido com o programa de laboratórios era a determinação do fósforo pelo extrator conhecido como Mehlich 1 (NELSON et al., 1953), que consiste na mistura dos ácidos clorídrico e sulfúrico (0,05 mol/L de HCl 0.05 e 0,0125 mol/L de H₂SO₄).

Na Tabela 5 é mostrada a comparação de vários extratores de fósforo, realizada em experimentos com plantas. Os resultados são de 70 experimentos em vasos realizados em todo o mundo, conforme relatam Silva e Raij (1999). Na maior parte dos trabalhos foram estabelecidas correlações entre o fósforo absorvido pelas plantas e o teor de fósforo no solo pelos vários métodos. É clara a superioridade do método de extração com resina de troca de íons, o que está de acordo com o princípio de funcionamento do método, que é o que melhor simula a extração por raízes. Com base nesses resultados, foi desenvolvido um método de extração de fósforo com resina de troca de íons (RAIJ et al., 1986) e colocado em uso rotineiro. Convém ressaltar que o método de extração de fósforo com resina de troca iônica é considerado, internacionalmente, como uma das melhores opções para determinar o fósforo em solos, porém não adequado para uso em análise de rotina. A inovação introduzida foi a produção de equipamento próprio de automação para viabilizar o método (RAIJ et al., 2001), hoje em uso em mais de 90 laboratórios brasileiros.

Tabela 5. Valores médios do coeficiente de determinação (R²) para experimento em que o fósforo absorvido por plantas em experimentos de vasos foi correlacionado com resultados de fósforo obtidos por diversos extratores.

Método	Solos ácidos	Solos alcalinos e neutros	Solos não especificados
Bray-1	53	25	48
Bray-2	60	43	44
Mehlich-1	56	39	41
Morgan	26	40	32
Olsen	47	52	58
Resina	84	83	69

Fonte: Adaptado de Silva e Raij (1999).

A análise de enxofre em solos também é realizada, mas ainda há dúvidas sobre a sua eficácia, principalmente porque o sulfato tende a movimentar-se para o subsolo. Para o nitrogênio, a análise de solo não se revelou possível até o presente e, para algumas culturas perenes, utiliza-se como indicador de disponibilidade ou de necessidade de adubação nitrogenada a análise foliar

e, para outras culturas, o histórico da área e a produtividade esperada (CANTARELLA et al., 1998).

Os micronutrientes já foram objeto de dois livros no Brasil (FERREIRA et al., 1991; FERREIRA et al. (2001). Os métodos preferenciais em uso rotineiro são o boro, determinado por extração com água quente (BERGER; TRUOG, 1039), cobre, ferro, manganês e zinco com solução de dietileno triamina penta acético (DTPA) (LINDSAY; NORVELL, 1978).

Acidez do subsolo

No âmbito da pedologia, Olmos e Camargo (1976) já tinham ressaltado a importância do alumínio em horizontes subsuperficiais em afetar negativamente a produção agrícola por limitar a absorção de água e de nutrientes em decorrência de limitações químicas ou “barreiras químicas” ao desenvolvimento radicular no subsolo. Os autores ressaltaram que o problema seria tanto mais grave quanto mais crítica fosse a deficiência de água para as culturas.

Dessa forma, toda a prática da correção da acidez, já complexa por si só, pelos múltiplos fatores envolvidos, passou a ser vista também pela ótica do perfil do solo, ou do subsolo, onde as raízes das plantas também podem atuar em busca de água e nutrientes. Admitia-se, então, que é possível corrigir a acidez dos solos pela boa incorporação de calcário na camada arável, mas que os efeitos, via de regra, ficariam circunscritos à camada arável ou superficial do solo, pouco excedendo 15 cm a 20 cm de profundidade. Essa situação seria pouco favorável ao desenvolvimento radicular em profundidade, já que as raízes não se desenvolvem bem em solos contendo excesso de alumínio e teores baixos de cálcio.

Problemas para culturas, decorrentes da acidez em profundidade, já eram reconhecidos e registrados na literatura internacional, entre eles o trabalho de Gonzáles-Erico et al. (1979) realizado em solo de Cerrado do Distrito Federal e já ilustrado na Tabela 4.

Ritchey et al. (1980) foram os primeiros a realizar um trabalho que não só demonstrou a existência de barreira química para a penetração das raízes de milho (*Zea mays* L.) no subsolo como também apontou a maneira de eliminá-la. Na Tabela 6 são mostrados alguns dados que ilustram a problemática em discussão. O experimento foi com milho, comparando fosfatos, entre eles, o superfosfato triplo e o superfosfato simples. As aplicações de superfosfato simples adicionaram gesso ao solo e esse foi o ponto crítico do experimento. Os resultados foram obtidos após duas semanas de severa seca, cerca de três anos após a aplicação dos adubos.

Tabela 6. Efeito de superfosfato triplo e superfosfato simples na saturação de alumínio, ocorrência de raízes e teor de água no solo, em experimento com fosfatos em um Oxisol de Planaltina, DF.

Profundidade (cm)	Saturação por alumínio		Presença de raízes		Teor de água	
	ST ⁽¹⁾	SS ⁽²⁾	ST	SS	ST	SS
	(%)		(sim ou não)		(%)	
0–15	1	14	sim	sim	13,6	16,6
15–30	12	30	sim	sim	18,1	19,9
30–45	47	21	sim	sim	20,2	21,7
45–60	61	12	sim	sim	22,7	20,6
60–75	62	17	não	sim	23,6	20,8
75–90	73	18	não	sim	24,3	23,3
90–105	90	22	não	sim	25,0	23,2
105–120	74	8	não	sim	25,3	24,1

⁽¹⁾ ST – Superfosfato triplo.

⁽²⁾ SS – Superfosfato simples.

Fonte: Ritchey et al. (1980).

Um exemplo de resposta de gesso e de calagem é resumido por Morelli et al. (1992), que apresentou os aumentos de produção em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) mostrados na Tabela 7. O que é importante observar é que nem com calcário e nem com gesso obtém-se a produção máxima, que é obtida com a combinação dos dois. O aumento máximo de produção para os quatro anos, somente com calcário, foi de 54,4 t/ha para 4 t/ha de calcário; para 6 t/ha de gesso foi de 51,6 t/ha de colmos. Com a combinação de calcário e gesso, o aumento foi de 76,8 t/ha para o uso desses dois insumos.

Tabela 7. Aumentos acumulados de produção em quatro cortes de cana-de-açúcar no experimento de calagem e gessagem, conduzido em Lençóis Paulista em Latossolo Vermelho-Escuro Álico.

Doses de calcário (t/ha)	Doses de gesso (t/ha)			
	0	2	4	6
	Aumento de produção de cana (t/ha)			
0	0 ⁽¹⁾	28,8	49,2	51,6
2	44,8	59,6	72,8	61,2
4	54,4	89,2	74,4	76,8
6	45,2	73,2	58,4	77,2

⁽¹⁾ A produção média deste tratamento foi de 99,1 t/ha.

Fonte: Valores calculados com base nos resultados de Morelli et al. (1992).

Esses e outros resultados experimentais levaram à recomendação de gesso com base nos teores de cálcio e da saturação por alumínio, de amostras de solo retiradas de 20 cm a 40 cm de profundidade, para a diagnose da necessidade de gesso, e o teor de argila para dimensionar as quantidades a aplicar (SOUSA; LOBATO, 2002; RAIJ et al., 1996; RIBEIRO et al., 1999). As quantidades de gesso recomendadas pelos critérios vigentes são baixas, raramente chegando a 4 t/ha. Para estimativas melhores deverá ser levado em conta o caráter eletropositivo da argila (RAIJ; PECH, 1972; RAIJ, 1988) e a profundidade desejada de correção.

Produção agrícola e adubação

A adubação e a correção da acidez do solo, sem o que a adubação pouco responde, são os principais fatores que permitiram a elevação da produtividade agrícola no País.

Desde o início da grande tecnificação da agricultura brasileira, a correção da acidez pela calagem despertou grande interesse. Contudo, até os dias de hoje, o Brasil tem grande descompasso de uso de calcário em relação às quantidades aplicadas de adubos, que é da ordem de 20 milhões de toneladas (WIETHÖLTER, 2000), número considerado insuficiente para corrigir adequadamente a acidez dos solos brasileiros. Compare-se a isso o consumo de fertilizantes, que é da ordem de 25 milhões de toneladas por ano (ANDA, 2006).

Outro tema importante é a chamada adubação corretiva com fósforo, que visa suprir o solo com maiores quantidades do elemento, visando rápido aumento da produtividade. Explica-se isso pela baixa mobilidade de fósforo no solo e sua absorção pelas plantas, que depende de um mecanismo de difusão que é dificultado pelos baixíssimos teores do nutriente, na solução do solo, condicionados pela baixíssima solubilidade dos fosfatos de ferro, alumínio e cálcio. Assim, aplicações elevadas de fosfatos servem para aumentar rapidamente a produtividade, o que não é conseguido por adubações baixas no sulco. A adubação corretiva permite, em algumas situações, o uso de fosfatos naturais com vantagem de custo. Uma intensa programação de pesquisa originou o livro *Adubação Fosfatada no Brasil* (OLIVEIRA et al., 1982) e uma filosofia de adubação discutida em detalhe no livro de Novaes e Smith (1999).

Existem livros com informações gerais sobre fósforo (YAMADA; ABDALLA, 2004) e potássio na agricultura brasileira (YAMADA; ROBERTS, 2005).

Comprova-se a relação, ao longo do tempo, do aumento da adubação com o aumento da produção agrícola, como pode ser visto na Fig. 1. A produção agrovegetal, no caso, é representada pelas 16 principais culturas produzidas no País, em base seca. Note-se que o consumo de nutrientes ($N + P_2O_5 + K_2O$) aumentou no período considerado, de 1,75 milhões de toneladas em 1972/1973 para 8,53 milhões de toneladas em 2005/2006. No mesmo período, a produção agrovegetal aumentou de 53,1 milhões de toneladas para 193,5 milhões de toneladas. A maior parte do aumento da produção se deu graças ao aumento da produtividade.

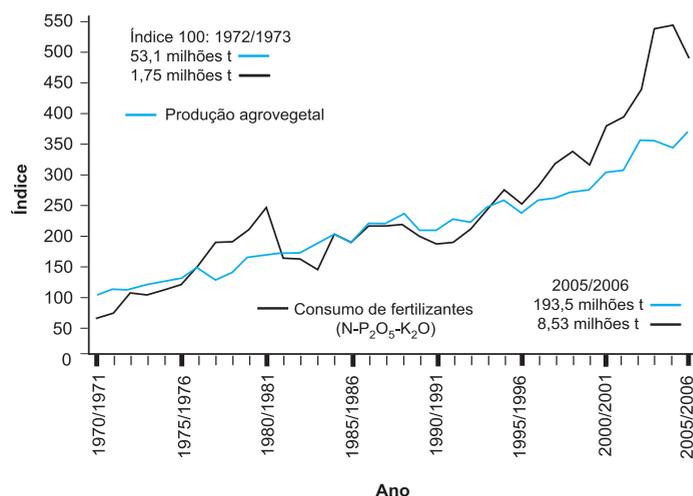


Fig. 1. Evolução da produção agrovegetal (toneladas de matéria seca) das 16 principais culturas no Brasil em comparação com o consumo de fertilizantes minerais (N-P₂O₅-K₂O) no período de 1970/1971 a 2005/2006.

Fonte: Anda (2006); IBGE (2007).

O Brasil é hoje grande produtor agrícola e grande exportador, embora a sua produção seja ainda relativamente baixa se comparada com os gigantes mundiais, que são a China, os Estados Unidos da América e a Índia, que consomem enormes quantidades de nutrientes, conforme a Tabela 8. Note-se, porém, que o consumo de fertilizantes vem aumentando muito mais rapidamente no Brasil, principalmente nas culturas chamadas de exportação, a exemplo do café, da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], da cana-de-açúcar e dos citros (*Citrus* spp.), nas quais se utiliza mais tecnologia. No segmento dos alimentos básicos como o arroz (*Oryza sativa* L.), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a mandioca (*Manihot utilissima* Pohl, *M. esculenta* Crantz) e o milho, o uso de doses adequadas de corretivos e fertilizantes poderia contribuir para aumento rápido da produtividade dessas culturas. O Brasil é o quarto consumidor de fertilizantes, usando cerca de três vezes mais do que o quinto colocado (ANDA, 2006), em compensação, usa duas vezes menos adubos do que a Índia ou os Estados Unidos da América, e quatro vezes menos do que a China.

Tabela 8. Consumo anual de nutrientes, em anos recentes, nos quatro países maiores consumidores de fertilizantes do mundo.

Ano	País	Consumo anual (1.000 toneladas)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
1998	China	22.665	7.985	3.059	33.709
	Estados Unidos da América	11.162	4.194	4.847	20.203
	Índia	10.905	3.917	1.373	16.195
	Brasil	1.306	1.943	2.243	5.492
1999	China	22.569	9.373	3.346	35.288
	Estados Unidos da América	11.282	3.942	4.550	19.774
	Índia	11.354	4.112	1.332	16.798
	Brasil	1.546	2.022	2.283	5.851
2000	China	23.860	8.823	3.251	35.934
	Estados Unidos da América	11.165	3.899	4.500	19.564
	Índia	11.593	4.798	1.679	18.070
	Brasil	1.671	1.950	2.254	5.875
2001	China	22.567	8.535	3.338	34.440
	Estados Unidos da América	10.422	3.847	4.464	18.733
	Índia	10.911	4.248	1.565	16.724
	Brasil	1.998	2.544	2.890	7.432
2002	China	22.640	9.500	4.150	36.290
	Estados Unidos da América	10.627	3.893	4.562	19.082
	Índia	10.890	4.240	1.580	16.710
	Brasil	1.730	2.694	2.925	7.349
2003	China	24.400	9.700	4.800	38.900
	Estados Unidos da América	11.000	4.000	4.650	19.650
	Índia	11.076	4.124	1.598	16.798
	Brasil	2.295	3.320	3.770	9.385
2004	China	27.000	10.700	5.700	43.400
	Estados Unidos da América	11.340	4.146	4.627	20.113
	Índia	11.714	4.624	2.060	18.398
	Brasil	2.393	3.884	4.245	10.522

Fonte: Anda (2006).

Considerações finais

Todos os países precisam ter, de alguma maneira, um sistema de adubação operante já que as culturas não produzem sem nutrientes. Em alguns casos, há a possibilidade de uso de fontes orgânicas, principalmente esterco, o que é muito importante em diversas condições, mas é difícil produzir sem as quantidades adequadas de fertilizantes minerais. Dessa forma, o que se espera no Brasil, como um dos fatores para a sustentabilidade, principalmente no segmento da produção de alimentos básicos e da agricultura de subsistência, é o aumento racional do uso de adubos minerais, até atingir um patamar de produtividade máxima econômica com sustentabilidade, e não a simples redução do uso, como às vezes é defendido.

O aumento da produção agrícola brasileira tem três importantes fronteiras a conquistar: a horizontal, pelo aumento de área; a vertical, pelo aumento da produtividade; e a temporal, pelo cultivo de mais de uma cultura por ano. Nos três casos será necessário o aumento do uso de fertilizantes. Destacam-se, nesse contexto, a realização das chamadas “safrinhas” e a irrigação das culturas como dois importantes fatores de aumento da produção.

O Brasil depende pesadamente da importação de fertilizantes, uma vez que produz apenas cerca da metade da demanda crescente de suas necessidades. Assim sendo, cada vez mais ocupam lugar de destaque: a) a implementação de técnicas efetivas de diagnose da fertilidade do solo, com destaque para as análises químicas do solo; e b) recomendações de corretivos e fertilizantes que sejam adequadas para as mais diversas condições de solo, clima e culturas no País.

Nesse contexto, o esforço conjunto dos órgãos de pesquisa, das universidades e das instituições que operam em difusão de tecnologias agrícolas permitiu que a agricultura brasileira se consolidasse em termos de aplicação de tecnologias sustentáveis de correção dos solos e adubação, levando o País à condição de liderança mundial no manejo sustentável de solos ácidos em regiões tropicais do planeta.

Pode-se considerar que os sistemas de análise de solo e de recomendações de adubação e calagem estão consolidados e que é preciso investir em inovações e dar apoio a novos sistemas de produção. Entre esses, destacam-se o plantio direto, os sistemas de produção integrada que almejem a proteção ambiental, o manejo da fertilidade do subsolo, a agricultura de precisão, a fertirrigação e a integração lavoura-pecuária, entre outros.

Finalmente, mesmo considerando o desenvolvimento dos instrumentos para realizar a correção do solo e a adubação dentro de preceitos técnicos, há uma

grande variedade de situações – notadamente no segmento da agricultura de subsistência – em que é possível melhorar o retorno econômico ao mesmo tempo que a fertilidade do solo seja preservada ou melhorada e a sustentabilidade da produção mantida (LOPES; GUILHERME, 1991).

Referências

- ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes, 2005** São Paulo: Anda, 2006. 162 p.
- BERGER, K. C.; TRUOG, E. Boron determination in soils and plants. **Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition**, v. 11, p.540-545, 1939.
- CABALA-ROSAND, P.; RAIJ, B. van. **A análise de solo no Brasil no período 1972-1981** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 53p.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Situação da análise de solo no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994. Petrolina (PE). FERTILIZANTE: INSUMO BÁSICO PARA AGRICULTURA E COMBATE DA FOME. **Anais....** Petrolina (PE). EMBRAPA-CPATSA/SBCS. 1995, p. 9-33.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Soil and plant analyses for lime and fertilizer recommendations in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** v. 29, p.1691-1706, 1998.
- COLEMAN, N. T.; KAMPRATH, R. J.; WEED, S. D. Liming. **Advances in Agronomy**, v. 10, p.475-522, 1958.
- ESWARAN, H.; REICH, P.; BEINROTH, F. Global distribution of soils with acidity. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; SCHAFFERT, R. E.; FAGERIA, N. K.; ROSOLEM, C. A.; CANTARELLA, H. **Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Campinas/Viçosa: Brazilian Soil Science Society, 1997. p. 159-164.
- FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba, SP: POTAFOS/CNPq, 1991. 734 p.
- FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C da; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. 600 p.
- GONZALES-ERICO, E.; KAMPRATH, E. J.; NADERMAN, G. C.; SOARES, W. V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brazil. **Soil Science Society America Journal**, v. 43, p. 1155-1158, 1979.
- JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw Hill, 1941.
- KAMPRATH, E. J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. **Soil Science Society America Proceedings**, v. 34, p.252-254, 1970.
- LINDSAY, W. L.; NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Science Society America Proceedings**, v. 42, p.421-428, 1978.
- LOPES, A. S. **Solos sob “Cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1983. 162 p.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Preservação ambiental e produção de alimentos**. São Paulo: Anda, 1991. 14 p.
- LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema de plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Anda, 2004. 110 p.

- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no Cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 1885. 136 p.
- MORELLI, J. L.; DALBEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTÊ, J. L. I. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 16, p.187-194, 1992.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais** Viçosa: UFV, 1999. 399 p.
- NELSON, W. L.; MEHLICH, A.; WINTERS, E. The development, evaluation and use of soil tests for phosphorus availability. In: PIERRE, W. E.; NORMAN, A. G. (Ed.) **Soil and fertilizer phosphorus**. Madison: American Society of Agronomy, 1953. p. 153-188.
- OLIVEIRA, A. J. de; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. (Ed.). **Adubação fosfatada no Brasil** Brasília: Embrapa-DID, 1982. 326 p.
- OLMOS, I. L. J.; CAMARGO, M. N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, v. 28, p. 171-180, 1976.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais** Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111 p.
- QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 16, p.245-260, 1985.
- QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Evolution of the analytical quality of soil testing laboratories integrated in a sample exchange program. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 25, p. 1007-1014, 1994.
- RAIJ, B. van. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1988. 88 p.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, SP: Ceres, Potafos, 1991.
- RAIJ, B. van. Fertility of acid soils. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 159-167.
- RAIJ, B. van; PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 36, p.587-593, 1972.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para a avaliação de fertilidade de solos tropicais** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- RAIJ, B. van; CAMARGO, A. P. de; CANTARELLA, H.; SILVA, N. M. da. Alumínio trocável e saturação em bases como critérios para recomendação de calagem. **Bragantia**, v. 42, p.149-153, 1983.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. da. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.17, p.544-566, 1986.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; PROCHNOW, L. I.; VITTI, G. C.; PEREIRA, H. S. Soil testing and plant analysis in Brazil. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 25, p.739-751, 1994.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo** 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: an overview. In: MONIZ, A. C. et al., (Ed.). **Plant soil interactions at low pH** Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 205-214.

RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. da; LOPES, A. S.; COSTA, L. M. de. Management systems in Northern South América. In: **Dryland agriculture**. 2nd. ed. Madison: American Society of Agronomy, 2006. p. 427-525.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5 Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RITCHEY, K. D.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah Oxisol. **Agronomy Journal**, v, 72, p.40-44, 1980.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**.2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, F. C. da; RAIJ, B. van. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF**, v. 34, p.267-288, 1999.

SHOEMAKER, H. E.; McLEAN, E. O.; PRATT, P. F. Buffer methods do determining lime requirements of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 25, p.274-247.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

TEDESCO, M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais** Porto Alegre: UFRGS. Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solo n. 5)

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 104 p. (Embrapa Trigo. Documentos 22).

WIETHÖLTER, S. (Coord.). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**.10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 2004. 400 p.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. P. S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**.Piracicaba: Potafos, 2004. 762 p.

YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**.Piracicaba: Potafos, 2005. 841 p.

Agricultura Tropical

Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas

Esta publicação aborda as principais inovações técnicas e científicas ocorridas nos últimos 40 anos, que tornaram o Brasil um grande produtor e exportador de alimentos, ocupando lugar de destaque na construção da agricultura tropical.

É nesse contexto que o leitor encontrará informações e projeções sobre a produção e a produtividade das principais culturas, resultantes de um trabalho competente, embasado na produção endógena e no largo uso de tecnologias, no investimento em um contingente humano especializado, na modernização institucional, no acesso ao crédito e no uso racional dos recursos.

Neste volume, além de grãos, frutas, olerícolas, raízes e tubérculos, produtos florestais e animais, fibras e agroenergia, são relatadas as principais inovações tecnológicas de aplicação geral a uma agricultura dos trópicos, fundamentada na sustentabilidade e na qualidade dos produtos e do meio ambiente. A fixação biológica de nitrogênio, o sistema plantio direto, o zoneamento agrícola e a correção e a conservação dos solos são exemplos dessas inovações.

Esses temas são abordados pelos especialistas que tomaram parte ativa no processo de construção da agricultura tropical, realizado a partir da decisão de modernizar a agricultura brasileira. É a história sendo contada e analisada por seus protagonistas. Como resultado, fatos inéditos, que eram de conhecimento exclusivo dos que deles participaram, são tornados públicos.

Esta é, pois, uma obra a ser consultada por todos que desejam conhecer e entender o desenvolvimento da agricultura tropical no Brasil.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 6750