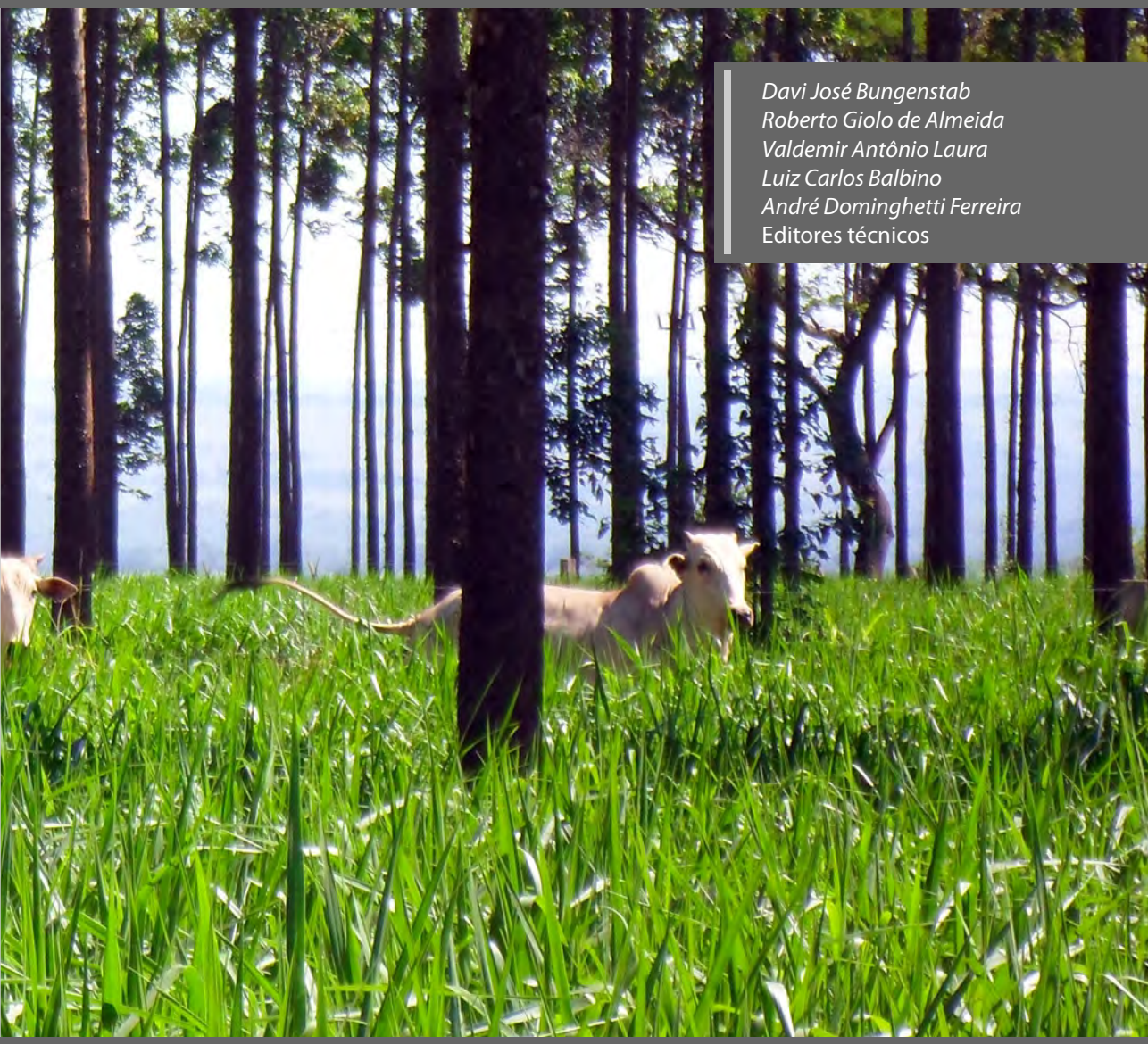
ILPF

inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta



Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
Luiz Carlos Balbino
André Dominghetti Ferreira
Editores técnicos

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Embrapa Amazônia Oriental
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ILPF
inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta

Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
Luiz Carlos Balbino
André Dominghetti Ferreira
Editores técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural
CEP 79106-550 Campo Grande, MS
Fone: (67) 3368-2000
Fax: (67) 3368-2150
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Gado de Corte

Comitê Local de Publicações
Presidente
Thais Basso Amaral

Secretário-executivo
Rodrigo Carvalho Alva

Membros
Alexandre Romeiro de Araújo
Andréa Alves do Egito
Liana Jank, Lucimara Chiari
Marcelo Castro Pereira, Mariane de Mendonça Vilela
Rodiney de Arruda Mauro, Wilson Werner Koller

Embrapa Acre
Rodovia BR-364, Km 14
Caixa Postal: 321
CEP 69900-970 Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200
Fax: (68) 3212-3284
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidades responsáveis pela edição
Embrapa Gado de Corte
Embrapa Acre
Embrapa Amazônia Oriental

Supervisão editorial
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto
Davi José Bungenstab

Normalização bibliográfica
Andréa Liliane Pereira da Silva
Renata do Carmo Franca Seabra

Projeto gráfico, capa, tratamento de ilustrações e fotografias e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa
Paulino Gauna Gomes

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

O conteúdo dos capítulos, assim como as terminologias técnicas e nomes científicos utilizados são de responsabilidade dos respectivos autores.

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 Gado de Corte

ILPF : inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta / Davi José Bungenstab ... [et al.], editores técnicos. ¬– Brasília, DF : Embrapa, 2019.
PDF (835 p.) : il. color.

ISBN 978-85-7035-922-3

1. Agricultura sustentável. 2. Agrossilvicultura. 3. Diversificação de cultura. 4. Mudanças climáticas. 5. Planejamento agrícola. I. Almeida, Roberto Giolo de. II. Laura, Valdemir Antônio. III. Balbino, Luiz Carlos. IV. Ferreira, André Dominghetti. V. Embrapa Gado de Corte. VI. Embrapa Amazônia Oriental. VII. Embrapa Acre. VIII. Título.

CDD (23. ed.) 633.2

Rejane Maria de Oliveira (CRB 1/2913)

© Embrapa, 2019

Autores

Davi José Bungenstab (Editor técnico)
Médico Veterinário, doutor em Ciências Agrárias e Meio Ambiente. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Roberto Giolo de Almeida (Editor técnico)
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Valdemir Antônio Laura (Editor técnico)
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia. Pesquisador Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Luiz Carlos Balbino (Editor Técnico)
Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Diversidade Biológica e Adaptação de Plantas Cultivadas, Analista da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

André Dominghetti Ferreira (Editor técnico)
Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Café, Lavras, MG.

Ademar Pereira Serra
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, analista A da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Ademir Hugo Zimmer
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Admar Junior Coleti
Doutor em Agronomia, Professor Assistente A da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Campus de Sinop/MT.

Adolfo Rosati
Técnico agrário, PhD em Produção Vegetal, Pesquisador Sênior do "Council for Agricultural Research and Agricultural Economic Analysis (CREA)", Itália

Alex da Silva
Agroecólogo, Mestre em Produção Vegetal, técnico da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO.

Alex Marcel Melotto
Biólogo. Doutor em Agronomia. Pesquisador e Diretor Executivo da fundação MS para pesquisa e difusão de tecnologias agropecuárias em Maracaju-MS.

Alexandre Costa Varella
Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Forrageiras, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Alexandre Magno Brighenti dos Santos
Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Alexandre Romeiro de Araújo
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências do Solo. Pesquisador Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Aline Barros da Silva
Zootecnista, Doutoranda em zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Sinop, MT

Alvadi Antonio Balbinot Junior
Engenheiro agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Álvaro Vilela de Resende
Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Anábio Aparecido Ribeiro
Técnico em Agropecuária, Gerente de produção da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO

Anastasia Pantera
Engenheira Florestal, Ph.D. em sistemas agroflorestais, Professora da Universidade Agrícola de Atenas, Atenas, Grécia.

Anderson Lange
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

André Júlio do Amaral
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências do Solo, Pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

André Michel de Castilhos
Zootecnista, mestre em Zootecnia, zootecnista do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnista – UNESP, Jaboticabal, SP.

Andréia Ferreira Machado
Médica Veterinária, mestranda na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Antonio Cesar Pacheco Formighieri
Produtor Rural, expert em ILP no Arenito do Paraná

Armindo Neivo Kichel *(in memoriam)*
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, foi pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Artur Henrique Leite Falcette
Graduado e MBA em Gestão o Agronegócio, Diretor Executivo da Sapé Agro e sócio-fundador da Infield Consultoria, Campo Grande,MS.

Arystides Resende Silva
Engenheiro florestal, doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Aziz Galvão da Silva Júnior
Engenheiro agrônomo, doutor em Administração Rural, professor associado da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Balbino Antônio Evangelista
Geógrafo, doutor em Engenharia Agrícola, Analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Camilo Carromeu
Cientista da computação. Mestre em Engenharia de Software. Analista de Tecnologia da Informação da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Carlos Alexandre Costa Crusciol
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, Professor Titular da FCA/UNESP, Botucatu, SP.

Carlos Augusto de Miranda Gomide
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

Carlos Eugênio Martins
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Carolina Della Giustina
Engenheira agrônoma, mestre em Zootecnia, pós-graduanda da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo
Engenheira agrônoma, doutora em Ciências Agrária, Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Célia Regina Grego
Engenheira agrônoma. Doutora em Agronomia. Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

Cesare Zanasi
Zootecnista, doutor em Economia e Política Agrária, Professor associado da Universidade de Bolonha, Itália.

Ciniro Costa
Zootecnista, doutor em Zootecnia, Professor Titular da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP

Cláudio França Barbosa
Zootecnista, mestre em Ciências Veterinárias. Analista A da Embrapa Pegelsosca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas, Palmas, TO.

Claudio Ramalho Townsend (in memoriam)
Zootecnista, doutor em Zootecnia, ex-pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas,RS.

Cleber Oliveira Soares
Médico Veterinário, doutor em Ciências Veterinárias, Diretor Executivo de Inovação e Tecnologia da Embrapa, Brasilia, DF.

Cosimo Rota
Economista, Ph.D. em Política e Economia Agrícola, pesquisador associado da Universidade de Bolonha, Itália.

Cristiano Magalhães Pariz
Zootecnista, doutor em Zootecnia, membro do Integrated Crop-Livestock Systems Network of the Global Research Alliance.

Daniel de Castro Victoria
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências. Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

Débora Menani Heid
Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia. Consultora em Sistemas Integrados de Produção, manejo sustentabilidade do solo.

Denise Barros de Azevedo
Engenheira agrônoma, doutora em agronegócios, professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

Diógenes Manoel Pedroza de Azevedo
Engenheiro agrônomo, mestre em Agronomia com ênfase em Fitotecnia. Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Domingos Sávio Campos Paciullo
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Édson Luis Bolfe
Engenheiro floresta, doutor em Geografia. Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

Eduardo Delgado Assad
Engenheiro agrícola, doutor em Hidrologia e Matemática, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Elaine Reis Pinheiro Lourente
Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, Professora Associada da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

Eliane Mattos Piranda
Médica Veterinária, doutora em Ciências Veterinárias. Professora Adjunta da UFMS/ Centro de Biociências na área de parasitologia, Campo Grande, MS.

Elisandra Solange Oliveira Bortolon
Engenheira agrônoma, doutora em Ciência do Solo. Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa em Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas Palmas, TO.

Elton Bock Correa
Médico Veterinário, professor do Centro Universitário da Grande Dourados, Unigran, Dourados, MS.

Emerson Borghi
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete lagoas, MG

Erick Martins Nieri
Engenheiro florestal, doutorando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Érika Regina de Oliveira Carvalho
Engenheira agrônoma, Especialista em Extensão Rural, Gerente Regional em Sete Lagoas da Emater-MG, Sete Lagoas, MG.

Fabiana Villa Alves
Zootecnista, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Fausto de Souza Sobrinho
Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Fernanda de Carvalho
Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Florestal junto ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Fernando Alvarenga Reis
Zootecnista, mestre em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos lotado na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, MS.

Fernando Falco Pruski
Engenheiro Agrícola, doutor em engenharia agrícola, Professor titular da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Fernando Miranda de Vargas Junior
Zootecnista, Doutorado em Zootecnia, Professor Adjunto IV da Faculdade de Ciência Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS

Fernando Paim Costa
Engenheiro agrônomo, doutor em Administração Rural/Sistemas Agrícolas. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Flávia Araújo Matos
Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, Supervisora de Estágio do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio da E.E. Antonio Vicente Azambuja, Dourados, MS.

Flávio Jesus Wruck
Engenheiro agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

Folkard Asch
Biólogo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Professor da Universidade de Hohenheim, Alemanha.

Frederico José Evangelista Botelho
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, analista da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

Gelson Luis Dias Feijó
Médico Veterinário, doutor em Melhoramento e Genética Animal, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Geraldo Augusto de Melo Filho
Engenheiro agrônomo, mestre em Economia Aplicada. Pesquisador aposentado da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Geraldo Magela Cortes Carvalho
Zootecnista, doutor em Ciência Animal. Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Gerardo Moreno
Biólogo, Doutor in Biologia, Professor da Universidad de Extremadura, Plasencia, Spanha.

Gladys Beatriz Martínez
Engenheira agrícola, doutora em Ciências Agrárias, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Guilherme Cunha Malafaia
Administrador, doutor em agronegócios, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Helio Tonini
Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Henrique Debiasi
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Horst-Jürgen Schwartz
Engenheiro agrônomo, doutor em Agricultura, Professor emérito da Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Alemanha.

Ivenio Rubens de Oliveira
Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Ivo Martins Cezar *(in memoriam)*
Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciências, ex-pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Jamir Luís Silva da Silva
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

João Batista Catto
Médico Veterinário, doutor em Ciências Veterinárias. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

João Carlos De Saibro
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor colaborador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

João Kluthcouski
Engenheiro agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz, Santo Antonio de Goiás, GO

Joaquim Bezerra Costa
Zootecnista, doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Cocais, São Luis, MA

Jorge Lulu
Engenheiro agrícola, doutor em Física do Ambiente Agrícola, Pesquisador Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop,MT.

Jorge Ribaski
Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

José Alexandre Agiova da Costa
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia. Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos

José Carlos Machado Pimentel
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

José Henrique de Albuquerque Rangel
Engenheiro agrônomo, Ph.D, em Agricultura Tropical, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

José Mário Ferro Frazão
Engenheiro agrônomo, mestre em Agroecologia. Pesquisador da Embrapa Cocais, São Luís, MA.

Judson Ferreira Valentim
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, Pesquisador Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Juliana Dias Bernardes Gil
Gestora Ambiental, doutora em Segurança Alimentar Global, pós doutoranda na Universidade de Wageningen, Holanda.

Julio Cezar Franchini dos Santos
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Karina Pulrolnik
Engenheira florestal, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Ladislau Araújo Skorupa
Engenheiro florestal, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Laíse da Silveira Pontes
Engenheira Agrônoma, doutora em Ciências, Pesquisadora no Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, Londrina, PR.

Leandro Cezar Teixeira
Produtor rural, Umuarama, PR

Leonardo Henrique Ferreira Calsavara
Administrador, mestre em Bioengenharia, extensionista agropecuário da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, Coronel Xavier Chaves, MG

Lineu Neiva Rodrigues
Engenheiro Agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, Pesquisador Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Lourival Vilela
Engenheiro agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Luciene Pires Teixeira
Economista, Doutora em Ciências econômicas, economista no HC UFMG - Filial Ebserh, Belo Horizonte, MG

Lucieta Guerreiro Martorano
Meteorologista, doutora em fitotecnia, Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Luis Alfonso Giraldo Valderrama
Zootecnista, doutor em Produção e Nutrição de Ruminantes, Professor Titular da Universidade Nacional da Colombia Sede Medellín, Colômbia.

Luis Armando Zago Machado
Engenheiro agrônomo, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Luiz Adriano Maia Cordeiro
Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Luiz Eduardo Vicente
Geógrafo, doutor em Geografia, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Luiz Orcírio Fialho de Oliveira
Engenheiro agrônomo e Médico Veterinário, doutor em Ciência Animal, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Manuel Cláudio Motta Macedo
Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Marcelo Dias Müller
Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Marcílio Nilton Lopes da Frota
Médico Veterinário, doutor em Zootecnia. Analista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Marcos José de Almeida Matias
Administrador, doutor em Administração de Organizações, Professor Contratado na Universidade Estadual do Tocantins, Palmas, TO.

Marcos Lopes Teixeira Neto
Engenheiro agrônomo, mestre em Agronomia, analista da Embrapa Meio Norte, Teresina, PI

Marcus Giese
Biólogo, Doutor em Ciências Agrárias, Docente da Universidade de Hohenheim, Alemanha.

Maria Celuta Machado Viana
Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Sete Lagoas, MG.

Maria Izabel Radomski
Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Zootecnista, doutora em Agricultura, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

María Rosa Mosquera Losada
Bióloga, PhD em Ciências Biológicas, Professora da Universidade de Santiago de Compostela, Espanha.

Mariana de Aragão Pereira
Zootecnista, Ph.D. em Gestão Agrícola, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS., Campo Grande, MS

Mariana Pereira
Zootecnista, mestre em Ciência Animal, doutoranda da Universidade de Hohenheim, Hohenheim, Alemanha.

Marina Castro
Zootecnista, Doutora em Ciências- especialidade ecologia. Professora no Instituto Politécnico de Bragança

Mateus Batistella
Biólogo, doutor em Ciências Ambientais. Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

Maurel Behling
Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Melissa Batista Maia
Bióloga, Doutora em Genética e Biotecnologia aplicada ao Melhoramento Genético e Produção de Sementes, colaboradora da Embrapa Pecuária Sul e UFPel, Bagé, RS.

Miguel Marques Gontijo Neto
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Mirton José Frota Morenz
Zootecnista, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

Monica Matoso Campanha
Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Natália Andressa Salles
Engenheira Agrônoma, mestre em Agronomia, assistente técnica da Dow Agrosciences, Dourados, MS.

Nelson Venturin
Engenheiro Florestal, doutor em Ciências do Solo, Professor Titular Aposentado da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

Nivaldo Karvatte Junior
Zootecnista, Doutor em Produção Animal, Pós-Doutorando em Ciências Agrárias na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Odo Primavesi
Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas,

Omar Daniel *(in memoriam)*
Engenheiro Florestal, doutor em Ciência Florestal, foi Professor Titular em Silvicultura da UFGD/FCA, Dourados, MS.

Paula de Almeida Barbosa Miranda
Médica veterinária, mestre em Zootecnia. Analista A da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Paulino José Melo Andrade
Engenheiro agrônomo, mestre em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Paulo Campos Christo Fernandes
Médico Veterinário, doutor em Ciência Animal, Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Paulo Henrique Duarte Cançado
Médico veterinário, doutor em Ciências. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Paulo Henrique Nogueira Biscola
Administrador, mestre em Administração de Empresas. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Paulo Roberto de Lima Meirelles
Zootecnista, doutor em zootecnia, professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu, SP.

Priscila de Oliveira
Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências (Fitotecnia), pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Rachael Devorah Garrett
Cientista social, Ph.D. em ciências sociais, professora assistente da Universidade de Boston, EUA.

Rafael Pelloso de Carvalho
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Engenheiro agrônomo, mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio Norte, Teresina, PI

Ramon Costa Alvarenga
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Raphael Augusto de Castro e Melo
Engenheiro-agrônomo, Mestre em produção vegetal, Pesquisador da Embrapa Hortaliças

Raquel Santiago Barro
Engenheira agrônoma, doutora em Zootecnia, Professora Adjunta na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Regis Pereira Venturin
Engenheiro Agrônomo, mestre em Agronomia, Pesquisador da EPAMIG-URESM, Lavras, MG.

Renato Luiz Grisi Macedo
Engenheiro Florestal e Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal, Professor titular da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Renato Roscoe
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências do Solo, Diretor de Desenvolvimento da Escola Pro-Fissa de educação corporativa, Campo Grande, MS

Ricardo Guimarães Andrade
Engenheiro agrícola, doutor em Meteorologia Agrícola. Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

Roberta Aparecida Carnevalli
Engenheira agrônoma, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Roberto José Freitas
Engenheiro-agrônomo, Mestre em solo e água, Professor da UEG, Ipameri, GO

Rodrigo Amorim Barbosa
Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia. Pesquisador Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Rodrigo da Costa Gomes
Zootecnista, doutor em Zootecnia. Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Ronney Robson Mamede
Administrador. Mestre em Administração. Analista A da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Salete Alves de Moraes
Zootecnista, doutora em Ciência Animal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Sandra Furlan Nogueira
Engenheira agrônoma, doutora em Ciências, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Sarah Glatzle
Engenheira Agrônoma, Mestre em Recursos hídricos, Doutoranda em Recursos Hidricos pela Universidade de Hohenheim, Alemanha.

Sérgio Raposo de Medeiros
Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens. Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Sérgio Rustichelli Teixeira
Zootecnista, Ph.D. em Extensão Rural, Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Siglea Sanna de Freitas Chaves
Engenheira agrônoma, doutora em Ciências, consultora na área de sistemas de integração, Belém, PA.

Silvia Correa Santos
Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, professora Associada IV da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Dourados, MS.

Susian Christian Martins
Engenheira agrônoma, doutora em Ciências, consultora na área de ciências ambientais e sustentabilidade, São Paulo, SP.

Taciany Ferreira de Souza
Bióloga, doutora em Ciência Animal. Consultora especialista em mosca-dos-estábulos, Campo Grande, MS.

Tadário Kamel de Oliveira
Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Talmir Quinzeiro Neto
Médico Veterinário, doutor em Ciências Agrárias. Analista A da Embrapa Cocais, São Luís, MA.

Thomaz Correa e Castro da Costa
Engenheiro Florestal, Doutor em Sensoriamento Remoto ligado a Ciência Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Vanderley Porfírio-da-Silva
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Vicente de Paulo Campos Godinho
Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Rondônia, Vilhena, RO

Wadson Sebastião Duarte da Rocha
Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Walfrido Machado Albernaz
Engenheiro agrônomo, mestre em ciências do solo, Técnico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, Sete Lagoas, MG

Weliton Coelho de Andrade
Técnico em Agropecuária, Extensionista da EMATER-MG, Senador Cortes, MG.

William Marchió
Médico Veterinário, Rede de Fomento ILPF, Ipameri, GO.

"Transportai um punhado de terra todos
os dias e fareis uma montanha."

Confúcio

Dedicatória

Esta obra é dedicada ao nosso querido colega e amigo que nos deixou recentemente, Armindo Neivo Kichel. Além de todo um legado pessoal de dedicação ao trabalho, ele foi um dos principais entusiastas e com recursos de seus projetos financiou a produção de uma modesta edição, com pouco mais de 80 páginas te texto, que nos trouxe até esta, que passa de 800.

Queremos por isso, como homenagem póstuma, apresentar aqui o depoimento de autores e amigos do Armindo, que tiveram a oportunidade de conviver e testemunhar seu compromisso com a causa da produção sustentável de alimentos no Brasil.

Os Editores

Luiz Carlos Balbino (Embrapa Cerrados), líder da equipe de ILPF da Embrapa e 2.007 a 2.014

"Quem conheceu o Armindo, jamais dirá que não se lembra dele. Conheci-o no início dos anos 90, em um curso de especialização oferecido pelo Procitrópicos e pela Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Agronomia, desde essa época nossa amizade começou a ser construída. Assim, aprendi a admirá-lo como colega, pelo seu conhecimento, dedicação e capacidade de trabalho. E acima de tudo, aprendi a admirá-lo enquanto pessoa humana, pela sua alegria, apreço pela família e atenção com os colegas. Sempre que precisei, ele nunca recusou compartilhar seus conhecimentos e informações. Tive a honra de coordenar uma prestigiosa equipe da Embrapa sob o tema ILPF, muitas vezes lhe demandei tarefas e muitas vezes ouvia dele: "Balbino, vou fazer porque é você quem está me pedindo". E sempre recebi suas contribuições que foram importantes para o desenvolvimento desse projeto.

Em qualquer evento que participava sempre tinha uma presença marcante; muitas vezes com opiniões firmes; porém sempre sincero e espontâneo. Animava sempre discussões, muitas vezes polemicas e acaloradas; mas nunca omitia suas opiniões e posicionamentos. Nas discussões técnicas, via de regra eram acompanhadas de um cálculo matemático e sempre com uma visão prática. Muitas foram as viagens que fizemos juntos, quer fossem para ministrar palestras e treinamentos ou para participar de reuniões e cursos; nessas ocasiões procurávamos trocar ideias e experiências nos intervalos e durante as refeições. As histórias e estórias ficarão na minha memória e sempre que encontrar amigos em comum, serão relembradas com saudosismo e o pesar da sua ausência terrena.

Segundo Platão (filósofo grego, que viveu entre 428/427 - 348/347 a.C.), o corpo (transitório) é o veículo da Alma (permanente), dessa maneira, a Alma existia antes do corpo, existe no corpo e continuará a existir após a extinção do corpo.

Armindo, cumpriste tua missão aqui; sou muito grato por ter convivido e bebido na fonte do seu conhecimento; acredito na imortalidade da Alma, nos reencontraremos! "

A gente não morre no presente, somente passa
De um passado e ultrapassado físico humano pra
O futuro do espírito em um maior e melhor plano!
Guria da Poesia Gaúcha

Balbino

Tarcísio Cobucci (Consultor, ex-empregado da Embrapa Arroz e Feijão)

"Armindo, Armindo onde você estiver, nosso grande professor, obrigado pelos ensinamentos que nos deixou, a sua força de trabalho e facilidade de transformar teoria em prática nos enriqueceu como profissional e como pessoa. OBRIGADO POR TUDO. FICA COM O NOSSO SENHOR. "

Tarcísio

Caros Eugênio Martins (Embrapa Gado de Leite)

"Estamos todos entristecidos pela perda irreparável de nosso prezado Armindo Neivo Kichel, chamado pelo Supremo Arquiteto do Universo, para compor a mesa dos trabalhos CELESTIAS, junto a ELE.

Foram anos e anos de muitos ensinamentos transmitidos pelo amigo Armindo. Tinha o dom de transformar teoria em prática, transmitindo ao empresariado rural e a nós profissionais das Ciências Agrárias, conhecimentos e tecnologias, adquiridos ao longo de sua vida profissional.

Foi gratificante e enriquecedor ter conhecido e trabalhado com o Armindo. Descanse em Paz Guerreiro. Estaremos aqui recebendo suas luzes para que nosso trabalho nos Sistemas integrados de Lavoura-Pecuária-Floresta, logre o êxito que esperamos. "

Cacá

Marcos Teixeira Lopes (Embrapa Meio Norte)

Pasto "rapado" que não cobre o pé-do-boi é pecuarista quebrado (Armindo Neivo Kichel).

"Do Procitrópicos Cerrados à ILPF, como foi bom ter vivido esse momento com suas tiradas e ensinamentos que ficam na lembrança. "

Marcos Teixeira

Ramon Costa Alvarenga (Embrapa Milho e Sorgo)

"A conversa não é mais aquela sem o Armindo. Sua experiência e a facilidade em mostrar números para ilustrar as mais diversas situações da agropecuária vão fazer muita falta ... não importa se no trabalho ou numa churrascaria, onde, também, conhecia bastante.

Me considero um privilegiado por ter convivido com você Armindo. O aprendizado foi grande e, agora, levo a lembrança do seu companheirismo.

Grande Armindo! Chegou a hora de experimentar novos caminhos. Siga em Paz! "

Ramon

Renato Serena Fontaneli (Embrapa Trigo)

Armindo Kichel, sempre sorridente, comunicativo, competente, prestativo, visionário. Dividindo suas experiências. Um verdadeiro MESTRE.

Deus convocou-o para iniciar o projeto ILPF no céu, logo seguiremos e refaremos um time vencedor, que tive privilégio de participar na Terra.

Renato Fontaneli

Manuel Claudio Motta Macedo (Embrapa Gado de Corte)

Querido amigo Armindo você continua entre nós, esteja onde estiver. Todas as atividades que envolvem ILP/ILPF sempre serão lembradas com sua imagem em nossos corações. Com o tempo aprendemos a conviver e um mutuo respeito cresceu entre nós. Discussões, argumentação e consenso foram nosso caminho. A certeza de nossa amizade construída ao longo desses anos aqui na Embrapa Gado de Corte se comprovou com a presença de seu filho, após sua partida, em meu escritório e as palavras que deixastes a ele a meu respeito. Seu modo de ser, o poder de sua comunicação e capacidade de trabalho serão sempre lembrados. Deus lhe abençoe e ilumine seu caminho.

Macedo

Roberto Giolo de Almeida (Embrapa Gado de Corte)

Quem conheceu o Armindo não se esquece do seu jeito alegre, questionador, cheio de vitalidade e intenso com a família e amigos. Com uma capacidade incrível de raciocinar rapidamente com números e de se expressar na mesma velocidade e na quantidade de palavras, estava sempre atualizado nas questões da pecuária e nos auxiliou e influenciou com sua experiência adquirida no campo e na Embrapa ao longo de todos

estes anos. Para o Armindo não tinha tempo ruim para o trabalho, sempre tinha coisa nova pra fazer, tanto é que, depois de anos de experiência, decidiu voltar aos estudos no doutorado, quando parecia "menino novo estudando", cheio de ideias para colocar em prática. O tema ILPF foi com o qual mais trabalhou, desde o início de sua carreira profissional, lá no Sul, e durante toda a sua estada conosco no Mato Grosso do Sul, e contribuiu ativamente com as tecnologias que a Embrapa desenvolveu neste tema, principalmente para o Cerrado brasileiro. Também, contribuiu muito na transferência de tecnologia em ILPF para o Brasil afora, e este livro é parte desta iniciativa, participando de inúmeras apresentações, em dias de campo, palestras, cursos, programas de rádio e TV, que o deixaram muito conhecido. Foi assim que o conheci e onde quer que você esteja agora, Armindo, imagino que continue intenso. E é com este "retrato escrito" que vou me lembrar de você, meu amigo e parceiro de trabalho, Armindo!

Giolo

Nosso agradecimento curto e sincero aos colegas que nos apoiaram nessa tarefa extensa e árdua, em especial aos que, nos reveses, nos encorajaram quando poderiam ter simplesmente criticado.

Os editores

Apresentação

A Embrapa é uma das principais protagonistas no desenvolvimento e transferência de tecnologias sobre sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), não apenas no Brasil, mas no mundo todo. Os trabalhos começaram há quase quatro décadas e não param e se intensificam. Primeiro foram os sistemas de integração Lavoura-Pecuária, caminhando depois para sistemas com o componente arbóreo, em nível experimental, evoluído para escala comercial, os hoje conhecidos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. O desenvolvimento conceitual e tecnológico, o posicionamento e a contribuição desses sistemas para a sustentabilidade da agropecuária, são foco dos estudos relacionados à ILPF.

Como resultado de um longo processo de inovação, a sistematização dos conhecimentos não deve simplesmente se encerrar em publicações científicas, mas chegar às mãos de tomadores de decisão, técnicos e produtores gerando impacto nas atividades agropecuárias. Foi com essa visão que, em 2011, foi editada a primeira edição deste livro, reunindo tecnologias, experiências e os aspectos básicos de implantação do sistema para produtores e técnicos, bem como para a sociedade em geral, com seus formadores de opinião e construtores de políticas públicas.

Uma segunda edição expandida foi lançada em 2012. O crescimento da demanda internacional pela experiência brasileira com os sistemas de integração, inclusive capazes de combinar culturas comerciais em larga escala, como pecuária de corte, soja e eucalipto, levou ao lançamento, em 2014, de mais uma versão ampliada e em língua inglesa.

Com o crescente interesse por parte de produtores, técnicos e estudantes por mais informações, foi preparada esta nova edição. Além de conter informações atualizadas das edições anteriores, reuniu o dobro de capítulos, escritos pelos principais especialistas de cada área da ILPF: são 50 capítulos e mais de 170 autores que contribuem com seus conhecimentos e experiências para esta obra. Esta nova publicação, abrange todos os temas atualmente relevantes relacionados a esses sistemas. É a publicação mais completa sobre o assunto no Brasil e, considerando-se o contexto da agricultura tropical sustentável comercial, é também uma obra única em escala mundial.

O material está organizado em quatro grandes blocos temáticos. O primeiro bloco aborda temas estratégicos sobre o agronegócio, sobre a contribuição para a neutralização de carbono, intensificação sustentável e o papel dos sistemas integrados nesse contexto, mostrando experiência líder do Brasil sobre o assunto. O segundo bloco trata de aspectos relacionados à importância de diferentes componentes do sistema e seus impactos na melhoria do processo produtivo, incluindo aspectos como planejamento e gestão. Este bloco tem uma abordagem prática, que vai desde instruções de como estabelecer árvores juntamente com pastagens, utilizando culturas intermediárias para melhorar os solos e reduzir os custos, passando pelo manejo de

ervas daninhas, até a sugestão de métodos para realizar a análise financeira e planejar o fluxo de caixa para estes sistemas agrícolas mais complexos.

O terceiro grupo de capítulos apresenta e discute sistemas de integração nas principais zonas agroambientais brasileiras, complementando essa abordagem com capítulos que tratam de casos de sucesso específicos, apresentando resultados de ambos, pequenos produtores e fazendas comerciais que adotam sistemas integrados em todo o Brasil. O último bloco traz discussões de especialistas de diferentes países sobre o potencial de sistemas de integração na África, na Europa e na América do Sul.

Finalmente, é importante ressaltar que o desenvolvimento tecnológico depende da inovação e que essa inovação, para ser efetiva e duradoura, precisa estar embasada em conhecimento sólido e comprovado.

Trabalhos como esse demonstram que o conhecimento só pode advir de esforço contínuo e de muitos profissionais.

Boa leitura!

Fernando Silveira Camargo
Secretário de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Prefácio

A agropecuária brasileira é um dos setores mais vibrantes da economia e motor de desenvolvimento de várias regiões do país. Além de produzir alimentos para consumo interno, o Brasil guarda uma grande responsabilidade junto ao mundo: é a região com condições para produzir alimentos, fibra e bioenergia para uma população crescente, que irá ultrapassar 9,7 bilhões de habitantes em 2050. Para alimentar o mundo, a produção agrícola precisará crescer 70%, segundo estimativas da FAO, o braço da ONU para agricultura e alimentos. A agricultura precisará ser cada vez mais produtiva, eficiente, sustentável, inovadora e resiliente.

Com este enfoque, as instituições de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) têm desenvolvido ativos tecnológicos para a produção de carne, leite, grãos, frutas, fibras e energia. A intensificação dos sistemas produtivos, a otimização do uso da terra, a disponibilização dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o bem-estar animal e o moderno conceito Carne Carbono Neutro são algumas das tecnologias sustentáveis disponíveis no portfólio nacional.

Pesquisas e debates formais e estruturados sobre a sustentabilidade das atividades humanas, especialmente com relação aos bens de consumo e sua produção começaram no início da década de 1970. Iniciaram-se as discussões acerca do aquecimento global, especialmente sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas com processos industriais. A geração de energia com base em combustíveis fósseis foi colocada em cheque e a sociedade foi convidada a refletir sobre a utilização de veículos automotores e o uso da terra, principalmente quanto ao desmatamento e dano às florestas tropicais.

Nessas quase cinco décadas, essas discussões têm evoluído, cada vez mais baseadas em ciência e tecnologia, além de contar com influência de agendas políticas e de diferentes países ou blocos econômicos. O impacto da gravidade do problema afeto aos principais setores da economia apontados como causadores do aquecimento global varia conforme a abordagem que se adota na análise.

O fato é que todas as atividades humanas são executadas para satisfazer as necessidades individuais, sociais e das nações. O consumo, por exemplo, em muitas formas de sua realização é responsável por impactos ambientais relacionados à produção, utilização e destinação de resíduos. Estudos e debates visando ao desenvolvimento de sistemas equilibrados e saudáveis para produção de alimentos, fibras e bioenergia, almejando-se benefícios para as pessoas e o meio ambiente, são realizados e fomentados em todo o globo. Contudo, sua efetiva adoção em larga escala é um desafio, mas sistemas como o ILPF representam sementes para abrir caminho rumo a um novo modelo mental nesse cenário.

Mundialmente, o setor agrícola vem fazendo sua parte com esmero, e no Brasil não é diferente. Pelo contrário, verifica-se um grande esforço do país como um todo e do setor agropecuário em especial visando aumentar sua produção agropecuária de forma cada vez mais sustentável.

O Brasil tem tido muito sucesso nessas iniciativas. Temos não apenas reduzido o desmatamento, como também preservado áreas de vegetação natural. Aumentamos a produtividade das lavouras e pastagens. Produzimos mais usando menos terra e vamos muito além. O Brasil tem desenvolvido e adotado tecnologias que ao mesmo tempo melhoram as produções agrícola, pecuária e florestal e, ainda, inovação na disponibilização de serviços ambientais, especialmente relacionados com a fixação biológica de nitrogênio, proteção, conservação e melhoria da qualidade do solo e da água, sequestro de carbono, dentre outras. Entre essas tecnologias inovadoras estão os sistemas de ILPF, com suas múltiplas vertentes em diferentes partes do país.

Pode-se dizer que esse sistema de produção já está atingindo sua maturidade em termos de potencial de adoção, ou seja, de sua ampla aplicabilidade no campo. Naturalmente, existem diversas modalidades e formas de concretização desses sistemas, de acordo com as condições regionais e as diferentes necessidades e objetivos dos produtores. A expansão dos sistemas de ILPF, em seus muitos formatos, pode ser notada em várias regiões do Brasil e em outros países.

No campo percebe-se a lavoura contribuindo para melhorar a pecuária e a floresta plantada, e vice-versa, com uma relação de benefício recíproco e sinérgico. Hoje já são mais de 15 milhões de hectares de sistemas ILPF estabelecidos no Brasil, realidade que há 20-30 anos imaginava-se impossível.

Este livro traz o que há de mais recente sobre os sistemas de ILPF com contribuições de especialistas que desenvolvem e vivem cotidianamente o processo de geração de conhecimentos e tecnologias numa perspectiva de agropecuária sustentável, resiliente e inovadora. Este que é, acima de qualquer outro, o objetivo daqueles que decidiram ser protagonistas em um país que pode se orgulhar da grande contribuição que faz e fará para produzir alimentos, fibras e bioenergia sustentáveis para um mundo melhor.

Cleber Oliveira Soares
Diretor-executivo de Inovação e Tecnologia da Embrapa

Luiz Carlos Balbino
Analista de Transferência de Tecnologia da Embrapa

Sumário

Capítulo 1 - **Sistemas de integração:** conceitos, considerações, contribuições e desafios, **31**
Luiz Carlos Balbino
Armindo Neivo Kichel (in memoriam)
Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida

Capítulo 2 - **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro, 49**
Armindo Neivo Kichel (in memoriam)
Davi José Bungenstab
Ademir Hugo Zimmer
Cleber Oliveira Soares
Roberto Giolo de Almeida

Capítulo 3 - **Conceitos, ferramentas e iniciativas para agricultura sustentável, 59**
Davi J. Bungenstab
Aziz Galvão da Silva Júnior
Cesare Zanasi
Cosimo Rota

Capítulo 4 - **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o sistema de inovação na agricultura brasileira, 71**
Renato Roscoe

Capítulo 5 - **Empreendedorismo para a sustentabilidade em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, 83**
Ronney Robson Mamede
Davi José Bungenstab
Paulo Henrique Nogueira Biscola
Camilo Carromeu
Ademar Pereira Serra

Capítulo 6 - **A posição estratégica dos sistemas de integração no contexto da agropecuária e do meio ambiente, 91**
Davi José Bungenstab

Capítulo 7 - **Políticas de fomento à adoção de Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta no Brasil, 99**
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Luiz Carlos Balbino

Capítulo 8 - **A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Pecuária de Corte Brasileira, 117**
Guilherme Cunha Malafaia
Denise Barros de Azevedo
Mariana de Aragão Pereira
Marcos José de Almeida Matias

Capítulo 9 - **Custo-benefício dos sistemas de produção em integração, 131**
Fernando Paim Costa
Ivo Martins Cezar (in memoriam)
Geraldo Augusto de Melo Filho
Davi José Bungenstab

Capítulo 10 - **Serviços Ambientais em sistemas silvipastoris, 139**
Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Odo Primavesi

Capítulo 11 - **Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados, 153**
Eduardo Delgado Assad
Susian Christian Martins
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Balbino Antônio Evangelista

Capítulo 12 - **Marcas-conceito e a proposta de uma Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono, 169**
Fabiana Villa Alves
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
Rodrigo da Costa Gomes
Davi José Bungenstab

Capítulo 13 - **Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos, 181**
Lineu Neiva Rodrigues
Fernando Falco Pruski

Capítulo 14 - **Dinâmica da água em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, 195**
Marcus Giese
Sarah Glatzle
Folkard Asch
Roberto Giolo de Almeida
Manuel Claudio Motta Macedo
Mariana Pereira

Capítulo 15 - **Bem-estar animal e ambiência na ILPF, 207**
Fabiana Villa Alves
Vanderley Porfírio-da-Silva
Nivaldo Karvatte Junior

Capítulo 16 - **Princípios da pecuária leiteira em sistemas de ILPF, 225**
Roberta Aparecida Carnevalli
Admar Junior Coleti
Hélio Tonini
Aline Barros da Silva
Carolina Della Giustina
Jorge Lulu

Capítulo 17 - **Produção de ovinos de corte em sistemas integrados, 241**
José Alexandre Agiova da Costa
Cristiano Magalhães Pariz
Marcílio Nílton Lopes da Frota
Fernando Alvarenga Reis
Ciniro Costa
Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Marcos Lopes Teixeira Neto
Paulo Roberto de Lima Meirelles
Gelson Luis Dias Feijó
André Michel de Castilhos
João Batista Catto
Carlos Alexandre Costa Crusciol
Geraldo Magela Cortes Carvalho

Capítulo 18 - **Geotecnologias aplicadas em sistemas de produção integrada e apoio a políticas públicas, 263**
Ricardo Guimarães Andrade
Édson Luis Bolfe
Luiz Eduardo Vicente
Mateus Batistella
Célia Regina Grego
Daniel de Castro Victoria
Sandra Furlan Nogueira

Capítulo 19 - **Planejamento de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 281**
Paulo Henrique Nogueira Biscola
Camilo Carromeu
Ademar Pereira Serra
Ronney Robson Mamede
Davi José Bungenstab

Capítulo 20 - **Sistemas de produção em integração:** alternativa para recuperação de pastagens degradadas, **295**
Manuel Claudio Motta Macedo
Alexandre Romeiro de Araújo

Capítulo 21 - **Produção da lavoura em sistemas de ILPF, 319**
Flávio Jesus Wruck
Maurel Behling
Anderson Lange

Capítulo 22 - **Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto, 347**
Ademar Pereira Serra
Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
André Dominghetti Ferreira

Capítulo 23 - **Manejo de Plantas Daninhas e Forrageiras em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 367**
Alexandre Magno Brighenti
Marcelo Dias Muller
Carlos Eugênio Martins
Wadson Sebastião Duarte da Rocha
Paulino José Melo Andrade
Fausto de Souza Sobrinho
Leonardo Henrique Ferreira Calsavara
Andréia Ferreira Machado

Capítulo 24 - **Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração, 379**
Roberto Giolo de Almeida
Rodrigo Amorim Barbosa
Ademir Hugo Zimmer
Armindo Neivo Kichel (in memoriam)

Capítulo 25 - **Manejo de pastagens tropicais em sistemas silvipastoris, 389**
Domingos Sávio Campos Paciullo
Carlos Augusto de Miranda Gomide

Capítulo 26 - **Manejo de pastagens subtropicais e temperadas para a integração floresta-pecuária, 405**
Alexandre Costa Varella
Raquel Santiago Barro
Laíse da Silveira Pontes
Jamir Luís Silva Da Silva
Vanderley Porfirio-da-Silva
João Carlos De Saibro
Melissa Batista Maia

Capítulo 27 - **Espécies florestais em sistemas de produção em integração, 429**
Alex Marcel Melotto
Valdemir Antônio Laura
Davi José Bungenstab
André Dominghetti Ferreira

Capítulo 28 - **Manejo das árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto, 455**
André Dominghetti Ferreira
Ademar Pereira Serra
Alex Marcel Melotto
Davi José Bungenstab
Valdemir Antônio Laura

Capítulo 29 - **O componente arbóreo e suas interações no sistema de integração lavoura-pecuaria-floresta, 473**
Renato Luiz Grisi Macedo
Regis Pereira Venturin
Maria Celuta Machado Viana
Nelson Venturin
Fernanda de Carvalho
Erick Martins Nieri

Capítulo 30 - **Influência do arranjo espacial das aleias de eucalipto em sistema silvipastoril no acúmulo de biomassa e propriedades bromatológicas da *Urochloa brizantha* cv Xaraés, 493**
Flávia Araújo Matos
Natália Andressa Salles
Silvia Correa Santos
Elaine Reis Pinheiro Lourente

Capítulo 31 - **Sustentabilidade econômica de sistemas silvipastoris com eucalipto focados na produção de madeira sólida, 503**
Omar Daniel (in memoriam)
Rafael Pelloso de Carvalho
Débora Menani Heid
Flávia Araújo Matos

Capítulo 32 - **Benefícios da sombra em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta nos trópicos, 525**
Fabiana Villa Alves
Nivaldo Karvatte Junior

Capítulo 33 - **Escolha de animais e formação de lotes de bovinos para sistemas de integração, 543**
Luis Armando Zago Machado
Elton Bock Correa
Fernando Miranda de Vargas Junior
Gelson Luis Dias Feijó

Capítulo 34 - **Suplementação de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária-floresta, 567**
Sergio Raposo de Medeiros
Rodrigo da Costa Gomes
Luiz Orcírio Fialho de Oliveira

Capítulo 35 - **Controle parasitário de bovinos de corte em sistemas de integração, 587**
Paulo Henrique Duarte Cançado
João Batista Catto
Cleber Oliveira Soares
Paula de Almeida Barbosa Miranda
Taciany Ferreira de Souza
Eliane Mattos Piranda

Capítulo 36 - **Transferência de Tecnologia: Desafios e Oportunidades para Adoção de ILPF na Amazônia Brasileira Legal, 599**
Rachael Devorah Garrett
Juliana Dias Bernardes Gil
Judson Ferreira Valentim

Capítulo 37 - **Integração lavoura pecuária floresta na região Norte do Brasil, 617**
Gladys Beatriz Martínez
Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo
Arystides Resende Silva
Frederico José Evangelista Botelho
Tadário Kamel de Oliveira
Vicente de Paulo Campos Godinho

Capítulo 38 - **Integração lavoura-pecuária-floresta na região Norte: avaliações de carbono do solo na Fazenda Vitória em Paragominas, Pará, 627**
Paulo Campos Christo Fernandes
Siglea Sanna de Freitas Chaves
Lucieta Guerreiro Martorano

Capítulo 39 - **Integração lavoura pecuária floresta na região Nordeste do Brasil, 643**
José Henrique de Albuquerque Rangel
Salete Alves de Moraes Samuel Figueiredo de Souza
André Júlio do Amaral
José Carlos Machado Pimentel

Capítulo 40 - C**asos de sucesso com sistemas de ILP e ILPF na região do MATOPIBA, 653**
Marcos Lopes Teixeira Neto
Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Geraldo Magela Cortes Carvalho
Diógenes Manoel Pedroza de Azevedo
Marcílio Nilton Lopes da Frota
Joaquim Bezerra Costa
Talmir Quinzeiro Neto
José Mário Ferro Frazão
Cláudio França Barbosa
Elisandra Solange Oliveira Bortolon

Capítulo 41 - **Integração lavoura-pecuária-floresta na região Central de Minas Gerais, Brasil, 669**
Ramon C. Alvarenga
Maria Celuta Machado Viana
Érika Regina de Oliveira Carvalho
Walfrido Machado Albernaz
Regis Pereira Venturin
Ivenio Rubens de Oliveira
Miguel Marques Gontijo Neto
Emerson Borghi
Álvaro Vilela de Resende
Monica Matoso Campanha
Thomaz Correa e Castro da Costa

Capítulo 42 - **Casos de sucesso na implantação de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em propriedades leiteiras de base familiar na Zona da Mata e do Campo das Vertentes de Minas Gerais, 687**
Carlos Eugênio Martins
Marcelo Dias Müller
Wadson Sebastião Duarte da Rocha
Leonardo Henrique Ferreira Calsavara
Weliton Coelho de Andrade
Alexandre Magno Brighenti dos Santos
Mirton José Frota Morenz
Fausto de Souza Sobrinho
Paulino José Melo Andrade
Sérgio Rustichelli Teixeira
Domingos Sávio Campos Paciullo
Andréia Ferreira Machado

Capítulo 43 - **Sistemas silvipastoris em propriedades rurais no Noroeste do Estado do Paraná, 705**
Jorge Ribaski
Maria Izabel Radomski
Vanderley Porfírio-Da-Silva

Capítulo 44 - **Integração Lavoura-Pecuária em solo arenoso e clima quente: um caso da região Noroeste do Paraná, 715**
Julio Cezar Franchini
Antonio Cesar Pacheco Formighieri
Alvadi Antonio Balbinot Junior
Henrique Debiasi
Leandro Cezar Teixeira

Capítulo 45 - **Integração lavoura-pecuária em solos hidromórficos no bioma Pampa, 723**
Jamir Luís Silva da Silva
Claudio Ramalho Townsend (in memoriam)

Capítulo 46 - **O Papel dos Sistemas Integrados e Diversificados no Desempenho das Empresas Rurais: o caso da Sapé Agro, 731**
Artur Henrique Leite Falcette

Capítulo 47 - **Integração lavoura-pecuária-floresta: caso de sucesso da Fazenda Santa Brígida, no Estado de Goiás, 743**
Priscila de Oliveira
Roberto José Freitas
João Kluthcouski
Anábio Aparecido Ribeiro
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Luciene Pires Teixeira
Raphael Augusto de Castro e Melo
Alex da Silva
William Marchió
Lourival Vilela
Luiz Carlos Balbino

Capítulo 48 - **Sistemas silvipastoris na Colômbia, 753**
Luis Alfonso Giraldo Valderrama

Capítulo 49 - **Sistemas agroflorestais Mediterrânicos: situação atual e perspectivas futuras, 787**
Marina Castro
Adolfo Rosati
Anastasia Pantera
Gerardo Moreno
María Rosa Mosquera Losada

Capítulo 50 - **Potencial de sistemas de produção integrados em zonas áridas e semiáridas da África, 809**
Horst-Jürgen Schwartz


Rodrigo Alva

Capítulo 1

Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios

Luiz Carlos Balbino
Armindo Neivo Kichel (in memoriam)
Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida

A integração lavoura-pecuária-floresta como sistema: conceitos básicos

Agricultura sustentável, intensificação sustentável com preservação ambiental e inovação estão cada vez mais nas pautas de discussões para a maximização da produção agrícola de elevada qualidade que ao mesmo tempo poupa recursos do sistema. Assim, enfrentamos desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais.

Por outro lado, o aumento inevitável dos custos de produção e um mercado mais competitivo, têm exigido aumento na produtividade da atividade agropecuária, com qualidade e rentabilidade, sempre sem comprometer o meio ambiente.

Cada vez mais esses desafios têm alavancado mudanças no setor e o desenvolvimento agrícola sustentável depende da formulação de uma estratégia que considere além das técnicas agronômicas, também os seguintes aspectos:

- Conservação, melhoria e comprovação da qualidade do solo e da água;
- Conservação da biodiversidade e de serviços ambientais;
- Redução da poluição/contaminação do ambiente e do homem;
- Manejo integrado de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Sistemas tradicionais de manejo dos recursos revisitados, com inclusão de ferramentas de tecnologia da informação e internet das coisas;
- Redução da pressão antrópica na ocupação e uso de ecossistemas e ambientes frágeis;
- Adequação às novas exigências do mercado.

Para atingir tais objetivos, uma alternativa que tem se destacado é o uso de sistemas de integração que incorporam atividades de produção agrícola, pecuária e florestal, em dimensão espacial e/ou temporal, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema para a sustentabilidade da unidade de produção, contemplando sua adequação ambiental e a valorização do capital natural (Balbino et al., 2011a).

Esses sistemas, com enfoque no agronegócio, são denominados sistemas de integração lavoura-pecuária-floreta (ILPF) e tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, especialmente em locais ou situações onde monocultivos estão perdendo desempenho, sobremaneira nas áreas de pastagens degradadas. A ILPF fundamenta-se na associação e sinergismo dos componentes do sistema produtivo, para atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade. A ILPF é uma estratégia promissora capaz de conciliar ecoeficiência com desenvolvimento socioeconômico, porém, para seu sucesso, necessita esforços dos setores público e privado além do terceiro setor.

A ILPF é uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica. (Balbino et al., 2011a)

A ILPF integra sistemas produtivos diversificados, de origem vegetal e animal, realizados para otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos.

A sistêmica dessa estratégia congrega, também, outros atributos desejáveis ao agroecossitema no que diz respeito à sua adequação ambiental, como a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL), reconhecendo os benefícios dos serviços ambientais por elas prestados aos sistemas de produção, que vão além do simples cumprimento de leis e normas.

Atualmente, os sistemas de integração estão se expandindo, especialmente para produção de grãos, fibra, energia, florestas e bovinos de corte e leite, além de ovinos e caprinos, dependendo da região. A utilização desses sistemas, nas situações em que é exequível a sua adoção, passa a ser de grande importância para a recuperação de áreas em degradação, tanto de pastagens como de lavouras.

Os sistemas de ILPF, desde que corretamente conduzidos, são tecnicamente eficientes e ambientalmente corretos, porque partem da premissa de serem implantados em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis: solo corrigido; pluviometria adequada; temperatura e luz não limitantes; e água disponível para pecuária em quantidade e qualidade adequadas. Além disso, são baseados em alguns princípios motivadores fundamentais: (i) manejo e conservação do solo e da água; (ii) manejo integrado de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas; (iii) respeito à capacidade de uso da terra, ao zoneamento climático agrícola, e ao zoneamento agroecológico (ZAE); (iv) redução da pressão para abertura de novas áreas; (v) diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4); (vi) sequestro de carbono; (vii) estímulo ao cumprimento da legislação ambiental, principalmente quanto à regularização das reservas legais (regeneração ou compensação) e das áreas de preservação permanente; (viii) dos serviços ambientais, (ix) adoção de boas práticas agropecuárias (BPA); (x) certificação da produção; e (xi) ampliação positiva do balanço energético.

Alguns dos fundamentos básicos da sua viabilidade econômica, são: (i) otimização dos recursos de produção imobilizados na propriedade rural, como terra e maquinários; (ii) sinergia entre as atividades de produção vegetal e animal, levando, por exemplo, à utilização de resíduos agrícolas, à fixação de nitrogênio pelas leguminosas, e à reciclagem de nutrientes; (iii) diversificação de receitas, mediante a produção e a venda de grãos, carne, leite, biocombustível, fibras e madeira; (iv) redução do custo total do sistema agropecuário em decorrência, sobretudo, do melhor uso da infraestrutura de produção e da menor demanda por insumos agrícolas, com redução dos custos decorrentes da utilização dos resíduos agrícolas na alimentação animal e da oferta de pastagens de

melhor qualidade; (v) aumento da receita líquida (lucro) do sistema devido ao aumento das receitas e à redução do custo total; (vi) maior estabilidade temporal da receita líquida diante das externalidades; e (vii) dinamização de vários setores da economia, principalmente a regional.

Diversas particularidades os tornam socialmente receptivos no Brasil, entre as quais destacam-se: (i) possibilidade de o sistema ser empregado por qualquer produtor rural, independente do porte de sua propriedade (pequena, média ou grande); (ii) ampliação da inserção social pela melhor distribuição de renda e geração de empregos; (iii) aumento da renda do produtor rural; (iv) melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores rurais, pois concilia atividade produtiva e preservação do meio ambiente; (v) aumento da competitividade do agronegócio brasileiro; (vi) redução do processo migratório; e (vii) estímulo à qualificação profissional.

Segundo Balbino et al. (2011a), os sistemas de integração podem ser classificados e definidos, basicamente, em quatro grandes grupos:

1) **Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril**: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados.

2) **Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril**: sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio. Este sistema de produção é mais direcionado para áreas com dificuldade de implantação de lavouras.

3) **Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola**: sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes, ocorre especialmente em pequenas propriedades ou com cultivos de culturas anuais para aproveitamento da área durante o crescimento do componente florestal.

4) **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril**: sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma área. O componente "lavoura" restringe-se ou não à fase inicial de implantação do componente florestal.

Na implantação desses sistemas, são identificadas quatro situações distintas: aquela em que a agricultura é introduzida nas áreas de pastagens; aquela em que a pastagem é introduzida nas áreas de lavouras de grãos e aquelas em que o componente florestal é introduzido nas áreas de pastagens ou de lavouras, seguindo-se com uso da área para pastagem.

O tempo de utilização da lavoura, da pecuária ou da floresta é muito variável e vai depender do sistema adotado, podendo-se utilizar a pecuária por períodos de três meses a cinco anos e retornar novamente com a lavoura, que por sua vez pode ser utilizada por

apenas cinco meses, chegando até cinco anos. O componente florestal (madeireiro e/ou não madeireiro) pode ser utilizado por um período curto ou longo, dependendo da espécie utilizada e sua finalidade.

Em regiões com clima e solo favoráveis à cultura de grãos, sem introdução do componente florestal, pode-se utilizar, por exemplo, a pecuária por períodos de 6 a 18 meses, na entressafra da lavoura, utilizando-se lavoura por dois a cinco anos. Os principais objetivos do uso da pastagem em sistemas predominantemente agrícolas são:

- Rotação de culturas;
- Aumento da produção de palhada para o sistema de plantio direto (SPD);
- Manutenção do solo com cobertura vegetal pelo maior tempo possível;
- Reestruturação física do solo;
- Aumento do teor de matéria orgânica do solo;
- Redução de pragas, doenças e plantas daninhas.

Nas regiões onde a infraestrutura é insipiente ou ausente, com clima desfavorável e solos marginais, de pouca tradição agrícola e com restrições para uso de lavouras de grãos, deve-se consultar o zoneamento agrícola e limitar os cultivos a culturas mais rústicas, como o sorgo. Nesses casos, a pecuária permanece por períodos mais prolongados. Nesses sistemas, as lavouras de grãos têm como objetivo principal a recuperação da qualidade química e física dos solos das pastagens degradadas ou em degradação. A produção de grãos cobre parte dos custos da formação da pastagem, devido à receita gerada pelo grão. A nova pastagem é implantada na sequência, aproveitando a correção da fertilidade do solo, resultando em maior produtividade e qualidade das forrageiras, principalmente nos períodos mais críticos do ano, que na maioria das regiões brasileiras é entre os meses de maio e outubro.

Alguns exemplos de alternativas práticas para esses sistemas são:

- Renovação da área com plantio de lavoura por um ou mais anos, seguida pela implantação da forrageira na safra ou safrinha, solteira ou em consórcio, utilizando-se as pastagens por seis meses ou permanecer por um ou mais anos e na sequência retornando com lavoura;

- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal, em região com clima e solo favoráveis para grãos. Nesse sistema, é feita correção do solo, o plantio de árvores em nível e o cultivo de grãos usualmente por dois anos enquanto o componente florestal se estabelece, sendo que depois é implantada a pastagem associada ou não à lavoura e o componente florestal permanece por vários anos, até o final do ciclo produtivo (não madeireiro) ou corte (madeireiro);

- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal. Em regiões tecnicamente impróprias para culturas anuais de grãos, fibra e energia, a opção de adoção mais viável é o sistema silvipastoril. Neste sistema, as árvores são plantadas na área das pastagens que foram recuperadas ou renovadas. Nos primeiros anos, a forrageira poderá ser utilizada para a produção de feno ou silagem até o estabelecimento do componente arbóreo, evitando que o mesmo seja danificado pelos animais. Dependendo do tamanho da área, pode-se utilizar cerca elétrica, permitindo que os animais utilizem a área já no primeiro ano. A partir do segundo ano da implantação da floresta, a forrageira poderá ser utilizada em pastejo, especialmente por categorias de animais jovens.

Esses modelos de sistemas de integração são definidos em função dos aspectos socioeconômicos e ambientais dos diferentes agroecossistemas como ilustrado na Figura 1 e contemplam as diferentes alternativas e soluções para os principais problemas dos sistemas de produção, especialmente, dentro da unidade de produção. Os resultados esperados traduzem a expectativa imediata do empreendedor rural e estão orientados para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Balbino et al., 2011a).



Figura 1. Objetivos imediatos e reflexos na adoção de sistemas de integração nos agroecossistemas
Fonte: adaptado de Balbino et al. (2011a).

Com a introdução dos sistemas de ILPF, além da intensificação e maior eficiência do uso da terra, são gerados, também, outros benefícios ao ambiente, tais como: maior sequestro de carbono, aumento da matéria orgânica do solo, redução da erosão, melhoria das

condições microclimáticas e do bem-estar animal. Quanto aos benefícios econômicos gerados pela diversificação do sistema de produção, destacam-se: redução dos custos de produção, aumento de produtividade e diminuição do risco inerente à agropecuária, especialmente por variações climáticas e oscilações de mercado.

No âmbito da pesquisa e desenvolvimento para a produção sustentável de alimentos, fibras, energia e serviços ambientais, segundo Balbino et al. (2011a), os sistemas de integração têm papel preponderante e o trabalho é pautado nos eixos de atuação voltados para o desenvolvimento de sistemas agrícolas que utilizem especialmente os seguintes itens:

- Sistemas de produção economicamente viáveis, com garantia de segurança alimentar;
- Insumos alternativos, ambientalmente seguros e que reduzam contaminantes;
- Tecnologias de alta precisão, que reduzam desperdícios de insumos;
- Práticas de manejo ambiental e novos equipamentos, que melhorem a eficiência dos sistemas de produção e seu monitoramento;
- Tecnologias modernas, com novos desenhos e integração de sistemas produtivos;
- Sistemas que aumentem a diversidade biológica e o sinergismo interno;
- Tecnologias de regeneração/biorremediação, que viabilizem a recuperação de ambientes degradados/poluídos;
- Ordenamento territorial, seus instrumentos e monitoramento, que otimizem o uso dos recursos naturais;
- Fontes alternativas de energia (álcool, madeira, fibra e biodiesel);
- Sistemas de gestão e certificação ambiental, que fortaleçam a competitividade a partir de estratégias preventivas e de antecipação de problemas ambientais;
- Novos arranjos institucionais, formas de produção e de gestão como componentes da competitividade no mercado;
- Valoração dos serviços ambientais que os sistemas agropecuários e o seu entorno prestam tanto à comunidade do entorno, quando globalmente, como sequestro de carbono.

Nesse processo de desenvolvimento dos sistemas de integração, de suas tecnologias de suporte e diferentes arranjos e combinações dos componentes, já se teve a oportunidade de conhecer e avaliar diversas vantagens dos mesmos, assim como já foram detectados diversos desafios a serem enfrentados, especialmente em sua implantação.

Segundo Balbino et al. (2011c) sistemas ILPF vêm sendo adotados em todo o País, em diferentes combinações entre seus componentes. Por exemplo, na região Sul do Brasil estão sendo utilizadas aveia-branca, milho, soja e trigo em rotação com pastagens anuais de inverno (aveia-preta, azevém, ervilhaca, etc.) e de verão (milheto), ou com pastagens perenes compostas por alfafa, festuca ou pensacola consorciadas à trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão. No Bioma Pampa são testados

sistemas silvipastoris com *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*. No Bioma Mata Atlântica da Região Centro-Sul do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul utilizam-se a aveia-preta e azevém em cultivo solteiro ou consorciado com ervilhaca ou trevos, para produção de forragem após as culturas de verão, e o cultivo de culturas de inverno de duplo propósito (trigo, aveia-branca, triticale, centeio e cevada), para produzir forragem no outono-inverno. No Paraná, a grevílea (*Grevillea robusta*) e espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* representam a maior parte da ocorrência de espécies florestais identificadas neste sistema. No Bioma Cerrado e na Região Norte do Paraná pode ser utilizado o Sistema Barreirão, ou o Sistema Santa Fé, ou Sistemas Mistos. Assim, são viabilizados os consórcios de grãos com forrageiras tropicais (Urochloa, Panicum, Andropogon e leguminosas forrageiras), além de milheto, aveias e sorgo, para produção de forragem no período seco e plantio no final da estação chuvosa. Na região Central de Minas Gerais (Bioma Cerrado), arranjos de iLPF são geralmente formados pelos consórcios de eucalipto, pastagem de capim braquiária e milho para silagem ou grão. Já no Mato Grosso do Sul, o uso do sorgo de corte e pastejo, em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em sistemas de iLP, em sucessão à soja, antecipa o primeiro período de pastejo, sendo indicado para utilização pelos animais no final do período da seca. Por sua vez, no Bioma Amazônia são utilizadas diversas espécies forrageiras e arbóreas nativas e exóticas, com sistemas ILPF realizados nos estados do Amazonas, Acre, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima, onde apresentam os arranjos que integram, principalmente, os seguintes componentes: i) florestal, com mogno africano (*Khaya ivorensis*), teca (*Tectonia grandis* L.), eucalipto (*Eucaliptus urophyla*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*); ii) agrícola, com milho e feijão-caupi; e, iii) forrageiro, com *Urochloa ruziziensis*. E na Caatinga estão sendo propostos sistemas de ILP envolvendo espécies de palma forrageira (*Opuntia ficus* indica (L.) Mill ou *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), milho, gramíneas e leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido, que contribuem com a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite. São indicados para a região, como resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana quanto para os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos. Os sistemas agrossilvipastoris para caprinos e os sistemas agropastoris para o Agreste e o Sertão vêm sendo difundidos como alternativas sustentáveis para o Semiárido. A introdução de animais em lavouras comerciais de espécies arbóreas permanentes, favorecendo a manutenção dessas áreas por meio do controle da vegetação herbácea e da adição de esterco, vem sendo adotada por produtores de áreas irrigadas (exemplos: culturas de manga, goiaba, acerola e pinha) e dependentes de chuva na região Semiárida (caju, olicuri e algaroba).

Os principais benefícios e desafios, citados por Balbino et al. (2011b) estão listados neste trabalho, sem, todavia, estarem agrupados em ordem crescente ou decrescente de importância ou por componente do sistema.

As principais contribuições dos sistemas de integração

Benefícios e contribuições tecnológicas

Os principais benefícios tecnológicos que podem ser obtidos com a adoção de sistemas de iLPF são enumerados por Balbino et al. (2011a): melhoria dos atributos físicos, químicos

e biológicos do solo devido ao aumento da matéria orgânica do solo; redução de perdas de produtividade na ocorrência de veranicos, quando associado a práticas de correção da fertilidade do solo e ao SPD; minimização da ocorrência de doenças e plantas daninhas; aumento do bem-estar animal em decorrência do maior conforto térmico; maior eficiência na utilização de insumos e ampliação do balanço positivo de energia; e, possibilidade de aplicação em diversos sistemas e unidades de produção (grandes, médias e pequenas propriedades rurais).

Sendo os sistemas integrados com florestas uma evolução da ILP, é importante tentar entender como essa foi contextualizada por diferentes autores. Assim, a ILP é descrita como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que haja benefícios para ambas (Alvarenga; Noce, 2005; Kluthcouski; Yokoyama, 2003; Vilela et al., 2001). A ILP possibilita que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo entre lavoura e pastagem.

Segundo Kichel e Miranda (2001), as principais vantagens do uso da iLP são: recuperação da fertilidade do solo; facilidade na aplicação de práticas de conservação do solo e recuperação de pastagens com custos mais baixos; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; uso eficiente de fertilizantes; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão-de-obra; diversificação do sistema produtivo; e, aumento da produtividade do negócio agropecuário, tornando-o sustentável em termos econômicos e agroecológicos.

Os sistemas de ILP são alternativas para a recuperação de pastagens degradadas e para a agricultura anual, melhorando a produção de palha para o SPD, as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, assim como a utilização eficiente de equipamentos, além de aumento de emprego e renda no campo (Macedo, 2009; Mello et al., 2004).

O aumento de produtividade dos componentes lavoura e animal em sistemas de ILP é resultante da interação de vários fatores e, muitas vezes, de difícil separação. Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos deletérios (pragas e doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema. A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a iLP (Vilela et al., 2008).

As fazendas que adotam a rotação lavoura-pasto na ILP como estratégia de produção agrícola na região do Cerrado podem se beneficiar da melhor estabilidade de produção de forragem para alimentar o rebanho durante o ano todo. No período das chuvas, as pastagens são mais produtivas, em virtude da melhoria da fertilidade do solo pelas lavouras. No período da seca, além da palhada e dos subprodutos de colheita, os pastos recém-estabelecidos permanecem verdes e com qualidade e quantidade para conferir ganhos de peso positivos ao invés de perda de peso, comum neste período do ano, na maioria das fazendas do Cerrado (Vilela et al., 2011).

Observa-se que anteriormente ao conceito de sistemas integrados o foco principal era o sistema produtivo da propriedade, podemos dizer que não existia uma visão holística do agroecossistema.

Benefícios e contribuições econômicas e sociais

Destacam-se como benefícios econômicos e sociais da iLPF, segundo Balbino et al. (2011a): incremento da produção anual de alimentos a menor custo; aumento da produção anual de fibras, biocombustíveis e biomassa; aumento da competitividade das cadeias de produtos de origem animal nos mercados nacional e internacional; aumento da produtividade e da qualidade do leite e redução da sazonalidade de produção; dinamização de vários setores da economia, principalmente em nível regional; possibilidade de novos arranjos de uso da terra, com possibilidade de exploração das especialidades e habilidades dos diferentes atores tais como arrendatários e proprietários; redução de riscos em razão de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais; fixação e maior inserção social pela geração de emprego e renda no campo; aumento da oferta de alimentos de qualidade; estímulo à qualificação profissional; melhoria da qualidade de vida do produtor e da sua família; estímulo à participação da sociedade civil organizada; melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois concilia atividade produtiva e meio ambiente; maiores vantagens comparativas na inserção das questões ambientais nas discussões e negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC); e, aumento da renda dos empreendimentos rurais.

Benefícios e contribuições ecológicas e ambientais

Como principais benefícios ecológicos e ambientais, Balbino et al. (2011a) apresentam: redução da pressão para a abertura de novas áreas; melhoria na utilização dos recursos naturais pela complementaridade e sinergia entre os componentes vegetais e animais; diminuição no uso de agroquímicos para controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas; redução dos riscos de erosão; melhoria da recarga e da qualidade da água; mitigação do efeito estufa, resultante da maior capacidade de sequestro de carbono; menor emissão de metano por quilograma de carne produzido; promoção da biodiversidade, e favorecimento de novos nichos e habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-praga e doenças; intensificação da ciclagem de nutrientes; aumento da capacidade de biorremediação do solo; reconstituição do paisagismo, possibilitando atividades de agroturismo; e, melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade, atrelada à conscientização ambiental.

Os sistemas de ILPF potencializam a melhor dinâmica hídrica, principalmente, com a inserção do componente florestal, pois, ocorre a melhoria na distribuição de vapor de água, estabilização da temperatura e da umidade relativa do ar, proteção da superfície do solo, sendo consideradas ferramentas eficientes de combate ao aquecimento global e às mudanças climáticas. Os componentes arbóreos atuam não somente como estabilizadores térmicos e formadores de nuvens interceptadoras de radiação solar, mas, com seus resíduos vegetais sobre o solo, também atuam como interceptadores e armazenadores de águas pluviais (Primavesi, 2007).

Principais contribuições dos sistemas integrados em síntese

- Possibilidade de aplicação dos sistemas para grandes, médias e pequenas propriedades rurais;
- Controle mais eficiente de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas, com a possibilidade de diminuição no uso de agrotóxicos;
- Melhoria de condições microclimáticas, pela contribuição do componente arbóreo: redução da amplitude térmica, aumento da umidade relativa do ar, diminuição da intensidade dos ventos;
- Aumento do bem-estar animal, em decorrência do maior conforto térmico;
- Possibilidade de uso de espécies e cultivares mais apropriadas para cada região;
- Possibilidade de redução da pressão para a abertura de novas áreas de vegetação natural;
- Plantas indesejadas, que normalmente ocorrem nas plantações florestais jovens, são substituídas por culturas de grãos e/ou forrageiras, tornando sua manutenção menos dispendiosa;
- Mitigação do efeito estufa pelo sequestro de carbono especialmente pelos componentes forrageiro e florestal;
- Promoção da biodiversidade, especialmente pela abundância de "efeitos de borda" ou interfaces, o que permite uma melhoria sinérgica, por favorecer novos nichos e hábitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-pragas e doenças;
- Intensificação da ciclagem de nutrientes;
- Criação de paisagens atrativas e que possam inclusive favorecer atividades de turismo rural;
- Incremento da produção regional de grãos, carne, leite, fibra, madeira e energia;
- Aumento da competitividade das cadeias de carne nos mercados nacional e internacional, com produção de carcaças de melhor qualidade, por uma pecuária de ciclo curto, pautadas em alimentação de qualidade, controle sanitário e melhoramento genético;
- Aumento da produtividade e da qualidade do leite, inclusive na entressafra (período seco), também, em pasto, especialmente por pequenos e médios produtores;
- Dinamização de vários setores da economia regional;
- Redução de riscos operacionais e de mercado em função de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais;
- Redução do processo migratório e maior inserção social pela geração de emprego e renda;
- Estímulo à qualificação profissional;
- Favorecimento à participação da sociedade civil organizada;

- Diversificação das atividades rurais, com melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano;
- Aumento da cobertura do solo pela palhada proporcionada pelos restos das lavouras e das pastagens. Essa interação atua prevenindo as perdas por erosão (solo, água, matéria orgânica e nutrientes), estimulando a biota e a recuperação física do mesmo;
- Recuperação de nutrientes lixiviados ou drenados para camadas mais profundas do solo, especialmente pelas raízes das árvores e das forrageiras, e incremento da matéria orgânica do solo pela serapilheira e raízes mortas das árvores, das lavouras e das forrageiras;
- Possibilidade de realização de parcerias sólidas que ofereçam mais benefícios para proprietários de terras e arrendatários.
- Redução dos custos de implantação das árvores pelo cultivo de pastagens e/ou culturas anuais;
- Alternativa para o plantio florestal comercial e lavoura de grãos, permitindo a introdução da atividade em terras cujo potencial agropecuário é alto. Com isso, não são deslocadas as atividades agropecuárias, ao contrário, elas são mantidas em bases sustentáveis, o que pode reduzir a pressão para abertura de novas áreas para plantios;
- Aumento da capacidade de suporte das pastagens pela melhoria da fertilidade do solo e manutenção mais frequente das mesmas;
- Estímulo à substituição da forrageira por espécie mais produtiva;
- Aceleração do crescimento, em diâmetro, das árvores devido ao maior espaçamento;
- Custeio ou redução no custo de implantação das árvores e/ou reforma de pastagens, devido ao menor número de árvores plantadas (em alguns arranjos) e pela renda oriunda dos componentes agrícola e pecuário;
- Melhoria na qualidade da madeira produzida devido à maior regularidade da espessura de anéis de crescimento, adequando-se melhor às necessidades da indústria;
- Devido aos cultivos intercalares de lavouras e consumo das pastagens pelos animais, existe a tendência de maior proteção contra fogo;
- Permite o desenvolvimento de madeira de alta qualidade, com espécies de árvores que são pouco utilizadas nos plantios florestais tradicionais, mas que possuem elevado valor, em projetos de ILPF em médio e longo prazos;
- Benefícios diretos e indiretos gerados pela preservação da biodiversidade, como na polinização das culturas;
- A diversidade de espécies e rotação de culturas ajuda no controle da erosão, no aumento da porosidade do solo e consequentemente da infiltração de água para recomposição dos lençóis freáticos.

Os principais desafios dos sistemas integrados de produção

Atualmente existem muitas propriedades agrícolas de diferentes tamanhos e aptidões que estão utilizando sistemas de integração, a diversidade de condições regionais do país indica a necessidade de estudos regionalizados sobre a viabilidade da combinação de diferentes espécies. Fazem-se necessários a ampliação e adequação de mecanismos de política pública para que produtores rurais consigam superar barreiras econômicas, como, por exemplo, a necessidade de investimento inicial. Da mesma forma esses mecanismos ajudarão superar barreiras operacionais, como a necessidade de conhecimento tecnológico, mais investimento em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e escolas profissionalizantes da área agrária.

Talvez o maior desafio seja dominar e gerenciar a diversidade de variáveis que atuam nesses sistemas, há que se pensar basicamente no processo de transferência de conhecimentos e tecnologias. O principal desafio seria o fortalecimento da ATER, por meio de parcerias com o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e a iniciativa privada. Isso envolve contato direto com técnicos da ATER pública e privada, por meio da implantação e do acompanhamento de unidades de referencia tecnológicas (URT) junto aos produtores rurais (Balbino, et al., 2011c, 2011d).

O envolvimento em ações diretas na unidade de produção agrícola, como, por exemplo, a instalação de URTs, em que os extensionistas e grupos de produtores participam da elaboração do plano de trabalho e das ações a serem executadas, possibilitará que os conhecimentos produzidos nessa integração possam retroalimentar a pesquisa científica. Os extensionistas envolvidos serão os responsáveis pela multiplicação junto aos seus pares e aos produtores rurais.

Outro grande desafio envolve a proteção e a comercialização de conhecimentos e tecnologias gerados. Ambas deverão interagir e valer-se de ferramentas e procedimentos de negociação, comercialização, licenciamento, gestão da informação, material didático, prospecção de demandas, formalização de parcerias, captação de recursos, avaliação de impactos, entre outros.

Diversos fatores devem ser levados em conta nas ações de validação e transferência de conhecimento e tecnologia, pois podem exercer grandes influências sobre a velocidade e o nível da adoção dos sistemas integrados. Tradicionalmente, os produtores rurais herdam a cultura dos seus antepassados, e nesta cultura está a forma de produzir. Apegam-se às atividades na qual a família dedicou-se ao longo do tempo, tornando-se uma tradição, passada de pai para filho e, muitas vezes, tendo dificuldade em adotar outros sistemas de produção, os quais não tenham pleno domínio. Essa falta de tradição em sistemas integrados também atinge técnicos, professores e pesquisadores, sendo reforçada por uma formação profissional que muitas vezes desconhece ou aborda o sistema de forma superficial. Outro fator podemos caracterizar como sendo o medo de mudança ou o receio de sair da zona de conforto, que é característica do ser humano ter aversão ao risco quando se depara com a necessidade de mudanças. Temos ainda o desconhecimento

dos sistemas integrados, em toda a cadeia produtiva, muitos produtores, extensionistas, professores e pesquisadores desconhecem as atividades e os benefícios dos sistemas de produção que envolvem o sistema. Essa falta de conhecimento tem origem principal na formação profissional que é focada em disciplinas isoladas, que, muitas vezes, desconhecem ou abordam esse sistema de forma superficial. Não menos importante é a deficiência de pessoal qualificado, que está cada vez mais presente, pois a geração de novas tecnologias e sistemas integrados exige maior agilidade na validação, na transferência de tecnologias e na qualificação da mão de obra. A deficiência tecnológica, carência na geração, validação e transferência de tecnologias adequadas a cada sistema de produção, como também a falta de zoneamento agroecológico para algumas atividades importantes nesses sistemas. A deficiência na aplicação de métodos de transferência de conhecimento e tecnologias para validação e transferência aos técnicos e produtores. Preencher essas lacunas exigirá um grande esforço dos atores envolvidos com esses sistemas. Importante fazer a prospecção de demandas, diagnosticando o sistema de produção utilizado, identificando seus pontos fracos que podem ser melhorados. A oferta de tecnologia sem o real conhecimento da demanda do setor produtivo certamente contribuirá para o insucesso do sistema proposto. A adoção de sistemas integrados não pode estar alijada regionalmente de infraestruturas adequadas e necessárias para adoção e produção sustentável. Podemos citar, como exemplo, dentre outras; deficiências em logística de armazenamento e transporte, disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos, insumos, presença de cooperativas e agroindústria e energia. Dentro da unidade produtiva, precisam ser verificados a existência de máquinas, equipamentos, comunicação e energia adequados aos sistemas propostos. Quando são propostos novos componentes aos agroecossistemas, é importante realizar um estudo de mercado, as dificuldades de comercialização de produtos agrícolas, pecuários e florestais e/ou grandes distâncias entre regiões consumidoras e de agroindústrias processadoras podem dificultar o sucesso do sistema.

Levantamentos e planejamento das necessidades de infraestrutura específica para cada tipo de atividade são primordiais para propor novos sistemas de produção. Para o produtor de grãos fazer pecuária (carne, leite, lã, etc.), é imperativo realizar investimentos em animais e instalações (cercas, bebedouros, curral, balança, moradia, tropa, etc.). Já para o pecuarista produzir grãos, fibra ou energia, deve haver investimentos em máquinas, equipamentos, instalações (barracão de máquinas e insumos, estrutura de armazenamento, oficina, etc.). E para o produtor florestal são necessários ambos os investimentos. Assim uma análise criteriosa do custo de implantação do sistema deve ser bem elaborada. Como alternativa pode-se pensar em realizar uma parceria ou arrendamento, dependendo da região; porém essa possibilidade também deve ser avaliada cuidadosamente. Caso os produtores estejam descapitalizados, sem condições próprias para realizar os investimentos necessários visando a adotar esse novo sistema, verificar se existem impedimentos para acesso ao crédito rural.

Sistemas integrados de produção tendem a ser mais complexos, pois envolvem uma série de atividades e, em geral, demandam maiores necessidades de investimentos. Por isso, visando a diminuir riscos de insucessos, requer que o produtor rural amplie seus conhecimentos técnicos e mercadológicos associados a várias atividades produtivas. Entre as atividades

contempladas pelos novos sistemas, a produção de grãos tende a apresentar maiores riscos, tais como: climáticos, insetos-pragas e doenças, armazenamento, mercado, etc.

Visando apoiar a adoção de sistemas integrados existem, por parte dos órgãos governamentais, carências importantes em termos de políticas públicas de incentivos à produção, tais como: aumento de crédito; diminuição de taxas de juros; ampliação do período de carência, garantia de preços mínimos; redução da carga fiscal sobre produtos e insumos; e seguro agrícola amplo e eficiente. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) possui Política de incentivos através de linha de financiamento agrícola, onde os sistemas integrados podem ser contemplados, intitulado Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC). O Programa ABC é uma linha de crédito aprovada mediante a Resolução BACEN nº3.896 de 17/08/10 e é tratado em um capítulo específico nesse livro.

Sistemas de produção em que os retornos econômicos esperados são obtidos em médio a longo prazo, como tende a ser o caso desses sistemas, são vistos com mais receios por parte de muitos produtores devido ao tempo para obtenção dos resultados.

Existem já iniciativas comerciais já em aplicação que são desdobramentos dos sistemas de ILPF, agregando valor à carne produzida nesses sistemas. A primeira delas foi a CARNE CARBONO NEUTRO, uma marca-conceito criada pela Embrapa e tem alto potencial de contribuição para o sucesso da sustentabilidade da pecuária de corte brasileira. Essa iniciativa será apresentada em detalhes em outro capítulo deste livro.

A Embrapa, através de seus técnicos apoiou também a formulação da Lei no. 12.805 que instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, cujo texto pode ser verificado na seção de anexos. A Lei foi sancionada no dia 29 de abril de 2013. Essa Lei estende os incentivos especiais previstos pela política agrícola (Lei 8.171/91) aos produtores que adotarem técnicas de integração entre lavoura, pecuária e silvicultura (exploração de florestas). Entre os incentivos oferecidos pela Lei estão a prioridade na obtenção de empréstimos de bancos oficiais, benefícios associados a programas de infraestrutura rural e preferência na prestação de serviços oficiais de assistência técnica e fomento.

Outro fator que deve ser levado em consideração são as barreiras fitossanitárias e tarifárias, ou sejam, restrições no transporte e no mercado para alguns produtos gerados no sistema entre diferentes estados da confederação.

Principais desafios dos sistemas integrados em síntese

- Tradicionalismo e resistência à adoção de novas tecnologias por parte dos produtores;
- Exigência de maior qualificação e dedicação por parte dos produtores, gestores, técnicos e colaboradores;
- Necessidade de maior investimento financeiro na atividade;
- Retorno apenas em médio a longo prazo, especialmente, do componente florestal;

- Disponibilidade do volume de capital financeiro suficiente para investimento ou acesso ao crédito;
- Altos investimentos em infraestrutura para implantação de cada um dos componentes dos sistemas de integração;
- Falta de infraestrutura básica regional e mercado local para os produtos. A produção depende da disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos, e também de fatores externos à unidade produtiva, como energia, armazenamento e transporte;
- Longas distâncias até as regiões consumidoras e as agroindústrias. Em algumas regiões, há dificuldade de aquisição de insumos como fertilizantes, sementes, mudas, agroquímicos e animais, bem como comercialização dos produtos;
- Pouca disponibilidade de pessoal qualificado, principalmente, de técnicos de nível superior;
- A adoção de novas tecnologias exige maior agilidade na validação e na transferência daquelas mais adequadas a cada sistema de integração, bem como na qualificação da mão-de-obra;
- Pouca ênfase aos sistemas de integração nas grades curriculares de cursos de ciências agrárias;
- Política governamental de incentivos e estímulos à adoção dos sistemas de integração ainda em desenvolvimento;
- Maior complexidade agregando riscos ao sistema, especialmente devido ao componente agrícola.

Considerações finais

Apesar de alguns entraves iniciais à sua adoção, os sistemas de ILPF, por sua maior complexidade de gestão, acabam por incorporar no sistema produtivo, práticas e cuidados ambientais e sociais que são cada vez mais considerados como requisitos para agregação de valor e garantida de mercado para produtos agropecuários.

Além de certificações de qualidade realizadas por instituições públicas e privadas, a tendência é que estabelecimentos rurais que adotem sistemas de integração, sejam também, pioneiros na adoção de programas sistemáticos de melhoria no sistema produtivo.

Instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação, como a Embrapa, trabalham não apenas no desenvolvimento de tecnologias, mas também no fortalecimento de metodologias de transferência de tecnologias e de conhecimentos, técnicas e processos de produção, monitoramento e industrialização para sistemas de integração. Busca-se a formação de redes sistêmicas e contínuas, envolvendo de forma participativa a pesquisa, assistência técnica, produtores rurais e parceiros estratégicos com o objetivo de capacitar agentes multiplicadores.

A estratégia que vem sendo adotada é capacitar continuamente representantes da assistência técnica e de agentes financeiros, revendedores de insumos, produtores, administradores e

trabalhadores rurais, pela implantação de unidades de referência tecnológica (URT) e/ou unidades de demonstração (UD), além de publicações, palestras, dias de campo e visitas técnicas. São priorizadas ações participativas que envolvam produtores rurais, técnicos, estudantes, professores além das indústrias e revendedores de insumos.

Por sua vez, o empresário rural disposto a assumir uma postura empreendedora, deve também buscar sua própria qualificação e montar equipes multidiscliplinares para enfrentar o desafio da implantação de um projeto sustentável de integração, contando sempre com o apoio das redes de pesquisa e transferência de tecnologia.

Referências

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco Referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011b.

BALBINO, L. C.; MARTINEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de Transferência de Tecnologia de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta 2007-2011**. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011c. 52 p.

BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual Orientador para Implantação de Unidades de Referência Tecnológica de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta URT iLPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011d. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistema de integração agricultura x pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 6 p. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 53).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-141.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009. Suplemento especial. Edição dos Anais da 46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 42 p. (Documentos, 72).

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração Lavoura-Pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 931-962.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.


Davi J. Bungenstab

Capítulo 2

Sistemas de integração lavoura--pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro

Armindo Neivo Kichel (in memoriam)
Davi José Bungenstab
Ademir Hugo Zimmer
Cleber Oliveira Soares
Roberto Giolo de Almeida

A evolução dos sistemas de produção em integração

A integração de lavoura com pecuária e com florestas assim como a associação de criações e cultivos é realizada pelo homem desde os primórdios da agricultura. Quando feita de modo planejado e racional, resulta em aumentos de produção por unidade de área bem como em benefícios ambientais. O conceito "Agricultura Sustentável" vem sendo amplamente discutido e difundido, mas para que a sustentabilidade de fato ocorra, é necessário que beneficie toda a sociedade. Ou seja, a exploração agropecuária sustentada deve manter ou melhorar a produção, com vantagens econômicas para os produtores rurais, sem prejuízos ao meio ambiente e em benefício de toda a sociedade.

Com relação à pecuária, muitas áreas de pastagens têm sido estabelecidas em sucessão ou em consórcio com culturas anuais. No caso do Brasil, especialmente nas áreas de savana que caracterizam o bioma chamado Cerrado, a associação de pastos e cultivos vem sendo realizada desde as décadas de 1930 e 1940, pelo plantio de forrageiras com cultivos anuais ou após estes. O estabelecimento do capim gordura (*Melinis minutiflora*), colonião (*Panicum maximum*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) entre outros, era feito por meio de sementes ou mudas nas entrelinhas ou após as culturas de milho, arroz e feijão, especialmente, em solos mais férteis (Rocha, 1988).

Este processo foi intensificado a partir das décadas de 1960 e 1970, com a abertura mecanizada de novas áreas nas regiões Sul, Sudeste e, principalmente, no Centro-Oeste, onde predomina o bioma Cerrado. Nessa região, inicialmente, essas atividades foram estimuladas por programas de crédito especiais e incentivos fiscais. Grande parte das áreas de braquiárias no Brasil, e mais especialmente no Cerrado, foram estabelecidas com culturas anuais após um ou mais anos de cultivo, geralmente, o arroz de sequeiro (Kornelius et al., 1979).

A substituição de pastagens nativas por pastagens cultivadas, com ou sem cultivos anuais, especialmente no Cerrado, a partir da década de 1970, possibilitou um grande crescimento do rebanho bovino, com reflexos positivos na produção nacional de carne e leite. No período de 1970 a 2006, a área total de pastagens no Brasil cresceu apenas 12%, enquanto o rebanho cresceu mais de 115%. As pastagens cultivadas, em sua grande maioria, foram estabelecidas em solos ácidos e de baixa fertilidade, deficientes, principalmente, em fósforo, cálcio e magnésio. Em muitas situações, os solos utilizados eram marginais e até inadequados para outro uso agrícola (Zimmer et al., 2011).

Das áreas com pastagens cultivadas, mais de 80 milhões de hectares foram formados com forrageiras do gênero *Brachiaria*, sendo que destes, 90% são ocupados por duas espécies: *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*.

Nesse contexto, a partir da década de 1980, com o início do processo de degradação das pastagens estabelecidas nas décadas anteriores, surgiu a necessidade e o interesse em recuperá-las com cultivos anuais, com vários estudos demonstrando resultados promissores. A partir deste período, a Embrapa e outras instituições de pesquisa iniciaram e intensificaram o desenvolvimento de soluções e a transferência de tecnologias para

a recuperação de pastagens com sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), como o Sistema Barreirão (Kluthcouscki et al., 1991) e o Sistema Santa Fé (Kluthcouscki et al., 2000). Mais recentemente, o interesse pelos sistemas em integração se ampliou e, além de cultivos anuais na recuperação de pastagens, houve a introdução do componente florestal, os chamados sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) (Macedo, 2010) (Figuras 1 A, B e C).



Fotos: Davi J. Bungenstab

Figura 1. Animais em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (A); em sistema de integração lavoura-pecuária com pastagem de braquiária após reforma com soja (B) e com pastagem de aveia preta na entressafra em área de lavoura (C).

O interesse pela adoção destes sistemas ocorreu principalmente pela necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas e pelas restrições ambientais para abertura de novas áreas de vegetação nativa, principalmente a partir da década de 1990.

Apesar de vários estudos mostrarem os benefícios da inclusão de árvores em pastagens, na melhoria da beleza cênica da paisagem, de características microclimáticas, da qualidade do solo, do bem-estar animal, da qualidade da forragem e da mitigação de gases de efeito estufa (Carvalho et al., 2001; Corsi; Goulart, 2006; Almeida, 2010; Euclides et al., 2010; Macedo, 2010), ainda são limitadas as informações sobre o manejo dos vários componentes específicos em sistemas de ILPF.

Os sistemas de ILPF, com manejo adequado das culturas e pastagens, podem proporcionar substanciais aumentos na produção, principalmente quando ocorre recuperação de áreas degradadas ou pouco produtivas. Pela adoção destes sistemas, pode-se evitar a abertura de novas áreas, com benefícios ambientais, como proteção da vegetação nativa, conservação do solo e recursos hídricos, além de promover o desenvolvimento socioeconômico regional. Com a melhoria dos processos produtivos é possível reduzir a idade de abate dos animais, que com dietas apropriadas, reduzem a emissão de metano por unidade de produto, contribuindo desta forma, para mitigar a emissão de gases de efeito estufa na agropecuária. Além disso, as pastagens, o cultivo de grãos, e as florestas contribuirão para o sequestro de CO_2 atmosférico via fotossíntese e posterior incorporação na forma de matéria orgânica ao solo.

A pecuária de corte no Brasil e a adoção de sistemas de integração

Segundo dados da ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes), o Brasil possui atualmente um rebanho bovino de 205 milhões de cabeças, sendo que em 2010 foram abatidos 43 milhões de bovinos, com a produção total de 9,3 milhões de toneladas de carne em equivalente carcaça (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2011). Portanto, apesar do grande rebanho, estima-se uma produtividade média de apenas 49 kg de carne/ha/ano. Como média geral esses valores são muito baixos para as condições favoráveis de clima, solo e potencial genético das forrageiras e do rebanho que o país dispõe.

Levando-se em conta apenas a fase de recria e engorda de bovinos, a produtividade de carne de uma pastagem degradada está em torno de 30 kg de carne/ha/ano, enquanto que, em uma pastagem recuperada com sistemas de ILP e bem manejada, pode-se obter até 450 kg/ha/ano.

Estima-se que as pastagens tradicionalmente cultivadas no Cerrado brasileiro perdem, em média, 6% de seu potencial produtivo ao ano, mesmo utilizando-se a espécie correta, bem implantada (Martins et al., 1996). Essa perda se deve principalmente ao manejo inadequado e à falta de adubação de manutenção.

Para avaliar a dimensão do problema, Sparovek et al. (2004) estudaram três cenários para renovação de pastagens no Brasil, com intervalos médios entre as reformas de cinco,

dez e quinze anos, e estimaram áreas de pastagens em renovação de: vinte, dez e sete milhões de hectares, respectivamente. De acordo com Almeida et al. (2007), somente no Brasil tropical pecuário, estima-se uma demanda por formação/renovação de pastagens em área correspondente a 8% das pastagens cultivadas ou cerca de nove milhões de hectares, com uma necessidade de cerca de 90 mil a 135 mil toneladas de sementes de forrageiras tropicas por ano.

Produtores de vanguarda, que são ainda uma minoria, têm buscado a renovação e manutenção das pastagens com a adoção de sistemas de integração, especialmente ILP e ILPF. Em tais sistemas, a introdução de lavouras não é eventual, mas sim um componente estratégico de sistemas de produção de carne, leite, grãos, fibras, madeira, energia e serviços ambientais, que interagem e se complementam. Um exemplo prático é a utilização de pastagens em integração com lavouras, que proporcionam melhoria significativa na cobertura vegetal e na matéria orgânica do solo, viabilizando o plantio direto e, consequentemente, ampliando o potencial de retenção de carbono, favorecido pela massa aérea e sistema radicular das forrageiras. Por sua vez, o carbono incorporado ao solo na forma de matéria orgânica é protegido pelo plantio direto, pois não há revolvimento do solo. Esta proteção é ampliada pela utilização de palhadas de gramíneas tropicais, principalmente as braquiárias, que apresentam maior capacidade de cobertura do solo e decomposição mais lenta (Figura 2).



Foto: Davi J. Bungenstab

Figura 2. Lavoura de milho safrinha em consorciação com braquiária para pastejo de bovinos seguido por plantio direto de soja no Centro-Oeste brasileiro.

Na perspectiva da produção animal, as pastagens sobre áreas previamente cultivadas, especialmente com lavouras de grãos, apresentam alta capacidade de produção e qualidade de forragem, com mais uniformidade na oferta da mesma, reduzindo os efeitos da sazonalidade na produção e infestações de parasitas, resultando em desempenho animal superior ao das pastagens tradicionais.

Para se definir quais as opções ou alternativas de recuperação ou renovação de pastagens que serão utilizadas em cada estabelecimento, é indispensável que se realize um diagnóstico detalhado, com informações sobre a região, propriedade e produtor. O diagnóstico engloba a infraestrutura local e os sistemas de produção predominantes na região, mercados, o sistema de produção da fazenda, índices de produção, gestão, aptidão agrícola entre outros fatores.

No caso do Brasil, com extensas áreas de pastagens para pecuária de corte comercial, a recuperação direta das pastagens é recomendada quando o diagnóstico das condições de solo, clima, infraestrutura, disponibilidade de mão-de-obra e recursos financeiros do sistema não forem favoráveis à adoção de sistemas de integração. Nesse caso, todos os custos do investimento com a recuperação terão de ser amortizados apenas pela produção animal.

Quando o diagnóstico for favorável à produção de grãos, fibra ou energia, pode-se recomendar a recuperação das pastagens por meio da ILP ou ILPF. Com esses sistemas, grande parte dos investimentos para a recuperação das pastagens será amortizada pela produção de lavouras e/ou florestas.

De acordo com Kichel; Miranda (2002), o potencial de adoção da ILPF em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado, principalmente, aos seguintes fatores:

- Disponibilidade de solos e clima favoráveis;
- Infraestrutura para produção e armazenamento de produtos e insumos;
- Recursos financeiros próprios ou acesso a crédito;
- Domínio da tecnologia para produção de grãos, pecuária e floresta;
- Acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção;
- Acesso à assistência técnica;
- Possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos, pecuária ou floresta.

Já com relação ao aprimoramento das tecnologias, produtos e processos para os sistemas de produção em integração no Brasil, em análise realizada para detectar demandas futuras de pesquisa e transferência de tecnologia, o grupo formal de pesquisa "**Sistemas de produção sustentáveis e cadeias produtivas da pecuária de corte - GSP**" da Embrapa Gado de Corte, identificou as prioridades a seguir relacionadas:

- Continuar a avaliação de novas opções de gramíneas forrageiras para os sistemas de ILP e ILPF, especialmente as novas cultivares que estão em desenvolvimento pelas instituições de pesquisa;

- Dar maior ênfase à seleção e avaliação de leguminosas para sistemas de ILP e ILPF, objetivando quebrar o ciclo de pragas e doenças e aumentar a incorporação de nitrogênio nos sistemas com consequente redução nos custos de produção. Estas também poderão ter efeito na melhoria da dieta e na produção animal;
- Aprofundar estudos e avaliar cuidadosamente os efeitos, em sistemas de ILP e ILPF, de culturas transgênicas BT como o milho, que visam o controle de diversas espécies de lagartas. Essas lagartas por não atacarem o milho podem migrar para a forrageira, causando danos sérios à mesma. Lembrando que as culturas transgênicas como o milho BT, são produzidas pelo processo de transferência de genes de uma bactéria (*Bacillus thuringiensis*) para o milho. Esses genes fazem com que a planta produza proteínas tóxicas que causam a morte da lagarta quando esta se alimenta da mesma;
- Selecionar cultivares de forrageiras, soja, milho e outras culturas com maior tolerância ao sombreamento e adaptação a sistemas de produção em integração;
- Selecionar variedades e espécies de essências florestais para ampliar as opções além do eucalipto;
- Desenvolver sistemas de cultivo que facilitem a implantação de espécies arbóreas sobre pastagens degradadas sem a necessidade de cultivos anuais de grãos. Esta é uma demanda para sistemas onde não é possível a lavoura, por limitações de solo e clima, mas também pode ser um estímulo para pecuaristas que não têm interesse em implantarem lavouras;
- Incrementar os estudos sobre pragas e doenças nos sistemas de ILP e ILPF, assim como os riscos de aumento de algumas delas e os possíveis efeitos supressores em determinadas rotações e combinações de cultivos;
- Incrementar os estudos de balanço de carbono e de análise de ciclo de vida de produtos oriundos de sistemas de ILP e ILPF;
- Avaliar os efeitos na conservação e uso do solo e água e na melhoria da qualidade do solo pelos sistemas de ILP e ILPF;
- Incrementar experimentos de longa duração de ILP e ILPF em pontos estratégicos do Brasil, para avaliar a dinâmica do carbono e transformações na qualidade do solo;
- Aprofundar estudos de contabilidade energética e impactos ambientais em sistemas de ILP e ILPF, assim como comparar as pegadas de carbono ou pegada ecológica em comparação com sistemas tradicionais em uso;
- Ampliar as atividades de transferência de tecnologia e avaliação econômica dos sistemas de ILP e ILPF, especialmente, em sistemas reais utilizados por produtores em fazendas de diferentes regiões;
- Estabelecer zoneamento para uso de sistemas de ILP e ILPF em função do solo, clima e infraestrutura existente.

Os sistemas de integração na política de desenvolvimento do agronegócio brasileiro

De acordo com Almeida et al. (2012), sistemas de ILPF, para recuperação e intensificação do uso de pastagens, são alternativas viáveis do ponto de vista técnico, ambiental e socioeconômico. Entretanto, são mais complexos, exigem a interação de várias áreas do conhecimento e maiores investimentos iniciais, sendo que a perspectiva de recursos público-privados para pagamento de serviços ambientais apresenta-se como um importante estímulo para adoção desses sistemas de produção.

Por sua vez, ações já em andamento para recuperação das áreas de pastagens no Brasil, trarão vários benefícios diretos e indiretos. Os programas já iniciados têm potencial para otimizar a produção em áreas já ocupadas por atividades agrícolas, bem como estimular novos cultivos e criações, tais como suínos e aves pelo incremento na produção de grãos.

Para atingir os objetivos desses programas, além de recursos financeiros e de infraestrutura básica, será necessário levar as tecnologias geradas pela pesquisa para todos os agentes envolvidos nas cadeias produtivas do agronegócio. As ações do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), com a disponibilização de crédito para implantação de sistemas de ILP e ILPF, a partir de 2008, com o Produsa (Programa de Produção Sustentável do Agronegócio) e, mais recentemente, com o Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), têm aumentado o interesse dos produtores rurais brasileiros na adoção destas tecnologias. Entretanto, a demanda por pessoal qualificado para elaboração e execução dos projetos é um ponto que deve ser observado, assim como, a necessidade de estímulo às Universidades em implantarem disciplinas específicas com esta temática, tanto na graduação como na pós-graduação (Almeida et al., 2012). Isto é relevante para gerar conhecimentos em sistemas de produção, e para que se desenvolvam bons processos de transferência de tecnologia, com assistência técnica qualificada e efetiva.

O governo brasileiro instituiu, a partir de compromisso assumido na Conferência das Partes (COP-15, Copenhague), em 2009, um programa para diminuição voluntária das emissões de gases de efeito estufa do setor da agropecuária, denominado, Programa ABC. Entre outras linhas de crédito, este programa visa disponibilizar recursos para recuperação de 15 milhões de hectares com pastagens degradadas e para implantação de 4 milhões de hectares com sistemas de ILPF, até 2020, visando a melhoria da sustentabilidade da pecuária brasileira.

É fundamental, portanto, o esforço e comprometimento nesse sentido, por parte dos órgãos federais, estaduais, municipais, sindicatos, cooperativas, agentes financeiros, fornecedores de insumos e prestadores de assistência técnica pública e privada, bem como associações de classe, mídia especializada e outros participantes da cadeia. Com o trabalho planejado desses agentes, é possível, de fato, mais que dobrar a produção nacional de alimentos, fibra, madeira e energia de forma sustentável, com aumento de emprego, renda e desenvolvimento, sem a necessidade de se abrir áreas ainda não ocupadas por atividades agropecuárias.

Considerações finais

Nesse ambiente de inovação e sustentabilidade, surgem excelentes alternativas para os produtores rurais adotarem uma postura empreendedora, transformando desafios em oportunidades, fazendo uso dos sistemas de integração, que são opções eficientes, devido à sua competitividade frente aos sistemas monoespecíficos ou especializados. Consequentemente, uma vez que o pacote tecnológico básico dos sistemas de integração já está consolidado, quanto mais cedo o produtor adotar a integração, mais rapidamente ele se beneficiará dessa oportunidade, contribuindo assim para que a produção brasileira seja um modelo de sustentabilidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Pecuária brasileira**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/>. Acesso em: 6 nov. 2011.

ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande. **Anais**... Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; ALVES, F. V. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne. In: CONGRESO COLOMBIANO, 2.; SEMINARIO INTERNACIONAL SILVOPASTOREO, 1., 2012, Medellín. **Anais**... Medellín, Colômbia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. 18 p.

ALMEIDA, R. G.; ZIMMER, A. H.; VALLE, C. B. Sementes de forrageiras para o Brasil tropical. **Seed News**, v. 11, n. 6, p. 8-11, nov. 2007.

ANUÁRIO Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. v. 70.

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; Brasília: FAO, 2001. p. 189-204.

CORSI, M.; GOULART, R. O sistema de produção de carne e as exigências da sociedade moderna. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **As pastagens e o meio ambiente**: anais. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 7-35.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, M. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, jul. 2010. Suplemento especial.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistemas de integração de pecuária e lavoura como formas de otimização do processo produtivo**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2002. 5 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 74).

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BACELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de Cerrado com Arroz. 1- Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. 20 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 33).

KORNELIUS, E.; SAUERESSIG, M. G.; GOEDERT, W. J. Estabelecimento e manejo de pastagens nos cerrados do Brasil. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. E.; SERRÃO, E. A. S. (Ed.). (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos nos trópicos**. Brasília, DF: Editerra, 1979. p. 167-187.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa de agricultura conservacionista para os diferentes biomas brasileiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Novos caminhos para agricultura conservacionista no Brasil**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte; UFPI, 2010. 34 p. 1 CD-ROM.

MARTINS, O. C.; VIVIANI, C. A.; BORGES, F. G.; LIMA, R. O. Causas da degradação das pastagens e rentabilidade econômica das pastagens corretamente adubadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. **Anais**... Uberaba: ABCZ; SEBRAE, 1996.

ROCHA, G. L. A evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 45, p.5-51, 1988.

SPAROVEK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETO, A. G. O. P. A dimensão dos impactos causados pela falta de conservação de solos em pastagens plantadas no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Fertilidade do solo para pastagens produtivas**: anais. Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 33-62.

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N. Uso da iLP na melhoria da produção animal. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 2011, Maringá. **Anais**... Maringá: UEM/Sthampa, 2011. p. 39-79.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 3

Conceitos, ferramentas e iniciativas para agricultura sustentável

Davi J. Bungenstab
Aziz Galvão da Silva Júnior
Cesare Zanasi
Cosimo Rota

Introdução

Aumentar a produção de alimentos para mitigar a pobreza e a fome são grandes desafios internacionais para a agricultura no futuro próximo e fazem parte dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (United Nations, 2015). As discussões acadêmicas sobre os efeitos do crescimento populacional sobre a economia mundial começaram formalmente com o trabalho de Thomas Malthus na Inglaterra do século XVIII, durante a revolução industrial. Segundo ele, o crescimento populacional e os recursos naturais limitados, principalmente terras aráveis, levariam à estagnação econômica (Malthus, 1826). No entanto, a tecnologia e os insumos industriais, como a mecanização e os fertilizantes químicos, aumentaram o rendimento e liberaram uma grande quantidade de mão-de-obra para a indústria urbana.

O impacto econômico positivo, no entanto, concentrou-se nas nações industrializadas, muitas delas extraindo matérias-primas de suas colônias. Após a Segunda Guerra Mundial, a disseminação sistemática de um pacote tecnológico baseado em melhoramento genético, produtos químicos e expansão da mecanização, permitindo aumentos significativos nos rendimentos agrícolas, notavelmente nos países em desenvolvimento, com um novo cenário para a tecnologia de produção, uma vez que insumos, máquinas e técnicas específicas foram desenvolvidos para atender demandas de culturas muito mais produtivas, em contrapartida mais vulneráveis. Essa foi a chamada "Revolução Verde", que envolve o uso intensivo de insumos modernos e de alta demanda energética, baseada principalmente em combustíveis fósseis, que contribuiu para acelerar o crescimento econômico e, ao mesmo tempo, aumentou a degradação do meio ambiente. Os países em desenvolvimento, especialmente na Ásia e na América Latina, apoiados por políticas públicas e empresas internacionais, adotaram essas tecnologias em grande escala, especialmente entre 1961 e 1985. A produção de grãos mais que dobrou em muitas áreas, especialmente no bioma Cerrado. Exemplo disso foi o apoio do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER.

Atualmente, a produção mundial de alimentos é suficiente apenas para suprir a demanda global. No entanto, como consequência de atritos políticos, étnicos e principalmente econômicos que influenciam o acesso à alimentação, estima-se que 842 milhões de pessoas estejam subnutridas (FAO, 2013a). O crescimento populacional esperado e o aumento da renda nos países em desenvolvimento levam a estimativas de que a produção mundial de alimentos terá que aumentar em 60% nas próximas décadas para suprir a demanda crescente, aumentando naturalmente a pressão sobre os recursos naturais.

Em 1972, Meadows publicou o livro "Limits to Growth" (Limites para o Crescimento) (Meadows et al., 1972), onde os resultados de um modelo de simulação indicaram que os impactos ambientais causados pelo aumento da produção para manter altos níveis de consumo, levariam a um colapso sistema econômico global. O trabalho teve influência tanto no meio acadêmico quanto na opinião pública. O modelo foi revisado em 1992 e 2005, respectivamente, publicado nos livros "Além dos Limites" (Meadows et al., 1992) e "Limites para o Crescimento: A atualização de 30 anos" (Meadows et al., 2005). O alerta enfatizado é: "… O desafio global pode ser definido de forma simples: para alcançar a sustentabilidade, a humanidade deve aumentar os níveis de consumo dos pobres do

mundo e, ao mesmo tempo, reduzir a pegada ecológica da humanidade". Considerando que a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) define o desenvolvimento sustentável como "a gestão e conservação da base de recursos naturais, e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de modo a assegurar a consecução e satisfação continuada das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras". Esse desenvolvimento sustentável (nos setores agrícola, florestal e pesqueiro) conserva solos e água assim como recursos genéticos vegetais e animais, é ambientalmente não degradante, tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável" (Conselho da FAO, 1989).

Mais recentemente, o conceito de *intensificação sustentável* foi introduzido como uma maneira de suprir o aumento esperado da demanda de alimentos de maneira sustentável. A intensificação sustentável requer:

- melhorar a eficiência dos recursos de produção e reduzir o desperdício ao longo da cadeias de suprimento;
- gestão de recursos naturais escassos - especialmente terra, água, estoques pesqueiros e biodiversidade de maneira sustentável;
- reduzir a intensidade de carbono da produção em toda a cadeia de suprimentos de alimentos;
- internalizar os impactos ambientais prejudiciais, reforçando serviços ecossistêmicos que fornecem funções essenciais à vida e bem estar, como biodiversidade, sequestro de carbono e controle de enchentes e secas.

Ao se promover a agricultura sustentável, portanto, esses aspectos devem ser levados em conta, o que não é necessariamente fácil de conciliar. De fato, embora intimamente relacionadas, as interações entre economia e ambiente são muitas vezes conflitantes.

Interações economia-ambiente

Os princípios de conservação de massa aplicam-se também às atividades econômicas. Qualquer processo produtivo é um processo de transformação que extrai recursos básicos do ambiente para agregar valor ao consumo humano. Embora usando outros recursos importantes como terra e água, a agricultura tem a grande vantagem de transformar a luz solar "sem custo" em bens valiosos, em curtos períodos de tempo. No entanto, mais cedo ou mais tarde, todos os materiais retornam ao ambiente, seja como restos de insumos de produção ou como resíduos dos produtos finais. No âmbito da agricultura, portanto, um sistema está mais próximo da sustentabilidade quando exige menos recursos naturais, gera menos resíduos e gera maior rentabilidade por área, respeitando os potenciais locais. Isso não pode ser obtido sem a aplicação de recursos econômicos extras e, portanto, a remuneração por esse investimento extra é fundamental no debate sobre sustentabilidade.

Os consumidores, ou pelo menos parte deles, podem estar cientes e dispostos a pagar por produtos mais sustentáveis. Mas eles querem saber o quanto são sustentáveis. Ou, pelo menos, se são de fato sustentáveis ou não. Como a maioria dos atributos relacionados

à sustentabilidade não é visível, os esquemas de certificação de sustentabilidade desempenham um papel relevante para tornar comercializáveis os alimentos sustentáveis. No entanto, medir a sustentabilidade, ou seja, produtos ou práticas sustentáveis, ainda é um desafio não apenas para a indústria, mas também para o meio acadêmico. Existem muitas iniciativas e métodos de avaliação para o setor agrícola. Não existindo uma abordagem única e definitiva, mas unir diferentes abordagens e adaptá-las a diferentes situações parece ser atualmente a melhor alternativa.

Avaliações de sustentabilidade para sistemas agrícolas

Saber onde se está é um princípio para se progredir, inclusive em direção à sustentabilidade. A análise dos pontos fortes e fracos de uma operação é essencial para a melhoria e, às vezes, até mesmo para sua própria existência. Apenas o que pode ser medido pode ser gerenciado. A definição da FAO para o desenvolvimento sustentável começa com: "A gestão e conservação…". Portanto, quanto mais precisas as avaliações de um sistema em relação à sustentabilidade, maiores são as chances de se alcançar uma gestão adequada em relação a ela. Essas avaliações podem abranger regiões mais amplas até unidades de produção (fazendas) ou produtos específicos, enfocando uma infinidade de aspectos, ou apenas alguns, de acordo com as metas de avaliação e os recursos disponíveis.

Ao avaliar a sustentabilidade da agricultura, é importante ter em mente que os impactos não estão ocorrendo apenas nos locais de produção, mas também antes e depois da porteira da fazenda. Uma abordagem da cadeia produtiva, mesmo se realizada em diferentes etapas, é aconselhável. Da mesma forma, as influências de interesses paralelos também devem ser consideradas, como por exemplo questões relacionadas à posse da terra ou estabilidade econômica, que levam à mudança do uso da terra/desmatamento nos países em desenvolvimento, e que muitas vezes são erroneamente atribuídas apenas à agricultura.

Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Somente a agricultura eficiente pode suprir as necessidades mundiais de alimentos, energia e outros materiais. As tecnologias modernas podem ter um impacto no ambiente reverso ao que as tecnologias da revolução verde tiveram. As sinergias entre os diferentes componentes podem ser decisivas para as melhorias do sistema de produção agropecuária em direção à sustentabilidade. Portanto, os sistemas de integração podem desempenhar um papel importante, pois reúnem vários sistemas de produção em um só, permitindo muitas combinações diferentes de acordo com os potenciais e necessidades locais.

Não se espera que esses sistemas sejam "a solução" para todas as situações em todos os lugares. No entanto, eles têm provado ser uma alternativa, especialmente em áreas agrícolas com problemas agudos ou graduais de degradação de recursos naturais, onde a renda do produtor é comprometida e outras soluções de alta tecnologia que são caras demais para serem adotadas.

O Brasil tem sido pioneiro em desenvolver ou adaptar algumas tecnologias agrícolas no mundo. O sistema de plantio direto e as duas colheitas combinadas por ano usando soja e milho ou algodão em algumas partes do país onde as condições climáticas o permitem, os chamados sistemas "safrinha", são bons exemplos. Da mesma forma, os sistemas brasileiros de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta são, de certa forma, versáteis na sua forma de funcionar, principalmente no que diz respeito ao tempo de rotação de componentes, à capacidade de recuperar investimentos para recuperação/melhoria de solos e diversificação de receitas, podendo ajudar a estabilizar as finanças dos produtores.

O modelo brasileiro, quando executado profissionalmente, em alguns casos pode realizar um ciclo completo em períodos tão curtos quanto quatro anos, incluindo o componente florestal, como por exemplo com a produção de carvão Além da melhoria do solo, as culturas de grãos e as vendas de gado geram renda para a fazenda, enquanto a madeira pode trazer altos retornos financeiros no final do ciclo, especialmente quando se usa ciclos mais longos. Ou seja, isso permite que o produtor continue fazendo investimentos, inclusive maiores com seus próprios recursos.

Esses modernos sistemas de integração apresentam características particulares e inovadoras em comparação com outros sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no mundo, como na rapidez de crescimento do componente arbóreo, embora estejam ainda em desenvolvimento em diversos aspectos. No entanto, eles podem ser considerados maduros o suficiente para serem apresentados e avaliados como uma alternativa para a agricultura sustentável. Avaliações sistemáticas de tais sistemas são importantes para identificar a necessidade de melhoria e adaptação a diferentes circunstâncias regionais.

As avaliações de sustentabilidade são essenciais para fornecer feedback sobre o desempenho de variações desses sistemas em relação às diversas dimensões da sustentabilidade. Existem mais de cem métodos cientificamente fundamentados para avaliar a sustentabilidade ou alguns de seus aspectos e quase quatrocentos esquemas de certificação de sustentabilidade (ITC, 2018). Nenhum deles pode afirmar ser absoluto e definitivo. Sua aplicação depende da adequação do método ao contexto, circunstâncias e metas de avaliação, bem como a disponibilidade de dados. Uma análise comparativa dos diferentes métodos de avaliação e sua adequação para avaliar sistemas de integração não cabe no escopo deste capítulo. Portanto, decidiu-se descrever um importante sistema estruturado de avaliação de sustentabilidade, o sistema SAFA da FAO - Avaliação de Sustentabilidade de Sistemas Alimentares e Agrícolas (*FAO's framework SAFA – Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems*). O sistema SAFA será apresentado de forma breve, assim como abordaremos sua utilidade para orientar mais pesquisas e desenvolvimento visando as melhorias do sistema.

SAFA - Avaliação da Sustentabilidade de Sistemas Alimentares e Agrícolas

O sistema de avaliação de sustentabilidade foi desenvolvido pelo Departamento de Gestão de Recursos Naturais e Meio Ambiente da FAO. Citando suas Diretrizes - Versão 3.0 (FAO, 2013b), "*O SAFA é uma estrutura holística global para a avaliação da sustentabilidade em*

cadeias de valor de alimentos e agricultura" e "o SAFA estabelece uma referência internacional para avaliar as compensações e sinergias entre todas as dimensões da sustentabilidade ... Fornecendo uma estrutura transparente e agregada para avaliar a sustentabilidade, o SAFA procura harmonizar abordagens de sustentabilidade dentro da cadeia de valor alimentar, bem como promover boas práticas ... O SAFA visa preencher a lacuna entre ferramentas de sustentabilidade específicas, enquanto promove parcerias para a transformação de longo prazo de sistemas alimentares".

O sistema de avaliação tem utilidade para membros de cadeias de valor de produtos agrícolas de todos os tamanhos, desde a agricultura familiar até para uma grande indústria de processamento. O sistema auxilia a avaliação do seu desempenho em relação aos componentes aplicáveis da sustentabilidade dentro de sua situação específica, bem como apoia o planejamento e a formulação de políticas públicas locais e regionais. Portanto, o SAFA exige adaptação quanto à localização, tipo de atividade, disponibilidade de dados e adoção de padrões e ferramentas.

O SAFA considera quatro dimensões de sustentabilidade: Boa Governança (G), Integridade Ambiental (E), Resiliência Econômica (C) e Bem-Estar Social (S). Essas dimensões abrangem 21 temas que são considerados questões centrais de sustentabilidade associadas a seus objetivos, além de poderem ser implementados em qualquer nível (Tabela 1).

Esses temas possuem 58 subtemas que visam auxiliar na identificação de riscos nos sistemas e possíveis lacunas, sendo esses as iniciativas de uma instituição em direção à sustentabilidade. Os subtemas, no entanto, possuem 116 indicadores, cuja definição, citada na versão 3.0 das Diretrizes SAFA, é: "… *Identificar os critérios mensuráveis para o desempenho sustentável para o subtema. Esses indicadores padrão são exemplos que podem ser usados se nenhum outro indicador mais apropriado estiver disponível e for aplicável no nível macro - o que significa todos os tamanhos e tipos de empresas e em todos os contextos. Os indicadores padrão servem ao propósito de fornecer métricas padronizadas para orientar futuras avaliações sobre sustentabilidade. Indicadores de desempenho padrão para cada subtema facilitam a medição do progresso em direção à sustentabilidade*".

As Diretrizes SAFA, ferramentas de avaliação, detalhes sobre seu uso e responsabilidades, bem como outros recursos são fornecidos pela FAO e podem ser baixados no site da FAO[1]:

Os procedimentos de implementação do SAFA estão bem descritos nas Diretrizes SAFA, cuja leitura é mandatória para uma boa implementação. Basicamente, os procedimentos de implementação devem seguir quatro etapas sequenciais: Mapeamento, Contextualização, Indicadores e Relatórios, com suas respectivas ações conforme descrito na Tabela 2. Seguir as instruções das diretrizes cuidadosamente irá proporcionar boas avaliações para produtores, empresas e outras instituições interessadas em melhorar a sustentabilidade de suas operações ou regiões.

[1] Disponível em http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainabilityassessmentssafa, acessado em 5/07/2018.

Tabela 1. Os 21 temas abordados pelo SAFA.

Boa governança	**Integridade Ambiental**
G1 Ética Corporativa G2 Responsabilização G3 Participação G4 Estado de Direito G5 Gestão Holística	E1Atmosfera E2 Água E3Terra E4 Biodiversidade E5 Materiais e Energia E6 Bem-Estar Animal
Resiliência Econômica	**Bem-estar social**
C1Investimento C2Vulnerabilidade C3 Qualidade de Produto e Informação C4 Economia Local	S1 Meios de Subsistência Dignos S2 Práticas de Comércio Justo S3 Direitos dos Trabalhadores S4 Equidade S5 Segurança e Saúde Humana S6 Diversidade Cultural

Fonte: Adaptado da FAO (2013b).

Tabela 2. Passos de Implementação do SAFA e Ações Principais.

FASE 1: Mapeamento	**FASE 2: Contextualização**	**FASE 3: Indicadores**	**FASE 4: Relatório**
Descrição das entidades avaliadas		Seleção de indicador	Polígono no nível agregado e detalhado para ilustrar pontuações sub-temáticas- junto com questões contextuais, incluindo áreas de risco (problemas pontuais), delimitação do sistema e qualidade de dados, com base no Índice de Precisão.
Delimitações da avaliação (espaço e tempo) e representação visual	Subtemas: revisão de subtemas baseados na delimitação do sistema e objetivos de sustentabilidade	Subtemas e indicadores irrelevantes não são selecionados	Relatório final, onde todas as questões relevantes e escopo são tratados e discutidos, subtemas e indicadores irrelevantes são justificados, áreas para melhorias são identificadas. Veja o Apêndice B: Desempenho Lista de verificação para relatório
		Notas de orientação para indicadores	Revisão crítica - dois níveis são delineados - Nível 1 para avaliações SAFA menos formais que envolvam a documentação dos resultados, mas isso não está sujeito a auditoria externa de terceiros, enquanto o Nível 2 para aplicações mais formais do SAFA inclui uma auditoria de terceiros.
		Determinar o Índice de Precisão para cada indicador	
O que é excluído do SAFA? (critérios de corte)		Documentação de dados de entrada e pontuação	
Relacionamentos de diferentes membros da cadeia de suprimentos	Indicadores: revisão dos indicadores de padrão (ou substituição) em subtemas relevantes e uso de dados sobre contexto geográfico, ambiental, social, político e econômico para determinar avaliações detalhadas	Classificação em nível de indicador, agregação de resultados em níveis de subtema e de tema.	

Fonte: Adaptado da FAO (2013b).

Aplicações do SAFA para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

O SAFA como um sistema tem muitas vantagens e grande potencial para aplicação em sistemas de integração. Ele pode ser usado por produtores ou associações de produtores para saber seu status atual sobre o assunto. Pode ainda fornecer orientações para possíveis certificações ou proposição de crédito diferenciado de instituições públicas e privadas. Os governos estaduais ou outras instituições podem fazer uma avaliação de sustentabilidade de sistemas agrícolas locais e a inserção de sistemas de integração nesse contexto, avaliando também sua importância na melhoria da sustentabilidade regional.

Em um contexto acadêmico, o SAFA fornece um quadro conceitual muito interessante, sendo um guia que fornece instruções para futuros desenvolvimentos de pesquisa sobre sustentabilidade. Ainda há muito a ser feito em relação às avaliações de boa governança e bem-estar social. Naturalmente, ao se abordar indicadores individuais, percebe-se que existem pesquisas em todos os campos. No entanto, o SAFA fornece uma estrutura para estabelecer prioridades sobre o tema para instituições ou linhas nacionais de pesquisas. Nesse sentido, quando outras instituições no exterior adotam a mesma abordagem para direcionar pesquisas sobre o assunto, metodologias adequadas desenvolvidas podem ser partilhadas/adaptadas, permitindo comparações e, o mais importante, estabelecendo fortes elos de cooperação para a melhoria mundial de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

A experiência do projeto salsa no contexto da agricultura sustentável

O Projeto SALSA; "Cadeias Alimentares Sustentáveis Baseadas no Conhecimento: Soluções inovadoras para o monitoramento de impactos Éticos, Ambientais e Socioeconômicos e implementação de estratégias compartilhadas da UE na América Latina", foi financiado pela União Europeia (UE) visando o desenvolvimento sustentável das cadeias de fornecimento da soja e da carne bovina na América Latina, para melhorar o seu acesso aos mercados da EU e globais com produtos sustentáveis. O objetivo do projeto considerou a necessidade de se lidar com o crescimento da demanda global por esses produtos; define ainda estratégias de desenvolvimento sustentável capazes de enfrentar os desafios que a produção de carne bovina e de soja impõe ao ambiente, às economias e às sociedades dos países latino-americanos.

Para tanto, o projeto SALSA aprimorou o conhecimento sobre os contextos ambiental, econômico e social da América Latina e da UE e avaliou as diferentes dimensões da sustentabilidade e sua relevância para as cadeias de carne bovina e de soja. Uma parte relevante do projeto foi desenvolvida no estado do Mato Grosso do Sul no que concerne à avaliação e implementação de cadeias de carne bovina sustentáveis, incluindo sistemas locais de integração.

Nesse contexto, a estrutura das diferentes cadeias de suprimentos, o conjunto de protocolos e regulamentos de certificação que envolvem a exportação sustentável de

alimentos foram investigados. A conscientização das diferentes partes interessadas em sustentabilidade também foi analisada; foram entrevistados atores de alta relevância da cadeia da soja e da carne bovina em diferentes países da UE e da América Latina, através da realização de uma extensa pesquisa com cerca de 800 consumidores. Em um estágio final, o desempenho de sustentabilidade da cadeia da soja e da carne bovina foi avaliado no Brasil, Argentina e México. No Brasil, foram avaliadas a produção de soja e a pecuária bovina de corte no Estado do Mato Grosso do Sul, considerando sua relevância não apenas do ponto de vista quantitativo, mas também pela possibilidade de se comparar a sustentabilidade de diferentes sistemas de produção de carne bovina. Os indicadores de sustentabilidade disponibilizados pela abordagem FAO/SAFA foram considerados e adaptados aos diferentes contextos nacionais e regionais. Foram escolhidas como unidades funcionais, 1 kg de carne bovina desossada e 1 tonelada de farelo de soja, saindo dos campos de produção latino-americanos até os portos da UE, também foram selecionados sistemas de produção e indicadores capazes de capturar os impactos mais relevantes na sustentabilidade da produção de soja e carne bovina. Tanto as abordagens quantitativas baseadas na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) quanto as avaliações qualitativas foram aplicadas para avaliar o desempenho de sustentabilidade. Para o Brasil foram selecionados três casos em diferentes sistemas de produção de carne bovina: sistema especializado de carne bovina baseado em pastagem, sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e sistema de produção de carne orgânica. Após a avaliação de sustentabilidade, foi realizada a análise do impacto das soluções de melhoria da sustentabilidade nas cadeias de soja e carne bovina.

Com o objetivo de apoiar os agentes da cadeia de alimentos e a tomada de decisões de outras partes interessadas sobre estratégias de sustentabilidade e contribuir para o debate público sobre desenvolvimento sustentável, os resultados do projeto SALSA foram disseminados para diferentes partes interessadas (agricultores, indústrias alimentícias, sociedade civil e formuladores de políticas públicas) em diferentes áreas da América Latina e da UE. Isto foi realizado através de cursos de formação, conferências, artigos científicos, boletins informativos e recursos de internet. Casos de sucesso de soluções sustentáveis na sustentabilidade da cadeia da soja e da carne bovina foram analisados; publicações informando os principais resultados do projeto SALSA também foram repassadas ao público em geral. O principal desafio que o projeto enfrentou foi o de fornecer informações claras e não enganosas sobre questões, que por vezes vão contra as crenças estabelecidas e são amplamente aceitas com relação à sustentabilidade.

Os resultados do SALSA sobre avaliação de sustentabilidade mostraram como opiniões amplamente aceitas, como a superior sustentabilidade intrínseca do sistema de produção orgânica em relação aos sistemas mais convencionais não estão claramente confirmadas. Em particular, a análise de um sistema representativo de ILPF usado no estado de Mato Grosso do Sul apresentou melhores desempenhos relacionados ao uso da terra e ao aquecimento global, quando comparado aos outros dois sistemas de produção de carne bovina. Esses dois indicadores são absolutamente relevantes no contexto brasileiro, uma vez que estão relacionados à discussão extremamente sensível sobre a contribuição da carne bovina para o aquecimento global e a degradação do solo e desmatamento. Este último contribuindo fortemente para a reputação global do Brasil em termos de sustentabilidade em sua produção de alimentos. Os grandes players do setor de

processamento e varejo de carne bovina estão cada vez mais envolvidos na compra de produto sustentável. Sistemas de integração podem, portanto, ter um enorme impacto na possibilidade de o Brasil aumentar sua competitividade no comércio mundial de carne bovina. O conteúdo de sustentabilidade de commodities agrícolas é frequentemente promovido através de sistemas de garantia. Nesse sentido o projeto SALSA implementou um banco de dados contendo as principais normas de certificação e regulamentos relacionados à sustentabilidade nas cadeias de carne bovina e de soja disponíveis a nível mundial. Os usuários dos resultados do projeto SALSA puderam avaliar como o desempenho de sustentabilidade de suas atividades estava em consonância com os principais requisitos incluídos nos esquemas de sustentabilidade relevantes. Isto foi feito para facilitar seu acesso a mercados globais de produtos sustentáveis, cumprindo assim um dos principais objetivos desse projeto. Além disso, o projeto realizou uma análise sobre o grau de inclusão das diferentes dimensões da sustentabilidade em diferentes esquemas de certificação, conforme definido nas diretrizes do sistema SAFA. Esses e outros resultados do projeto SALSA ofereceram apoio aos formuladores de políticas públicas, à sociedade civil, aos órgãos de definição de normas e aos consumidores para subsidiar a discussão sobre a implementação de uma nova estratégia de sustentabilidade.

Considerações finais

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), analisados pelo sistema SAFA, representa um excelente caso mostrando que a sustentabilidade não está relacionada a um único protocolo ou padrão de produção, mas pode ser alcançada de diferentes maneiras, de acordo com diferentes contextos naturais, sociais e econômicos. A complexidade da avaliação de sustentabilidade e a interpretação dos resultados também emergiu, mostrando limitações ainda existentes para se fazer medições quantitativas objetivas, tornando-se necessário integrar o debate sobre a implementação da sustentabilidade com considerações de viabilidade política, social e econômica. Há, consequentemente, espaço para uma discussão sobre definição e certificação de sustentabilidade entre os diferentes stakeholders, como por exemplo, o que está acontecendo nas iniciativas da Mesa Grupo de Trabalho da Carne Sustentável (GTPS) ou da Mesa Redonda da Soja Responsável (RTRS). A experiência brasileira com ILPF para a pecuária de corte mostra como, através da fusão de pesquisas científicas e tecnológicas sólidas com um forte envolvimento das diferentes partes interessadas da sociedade civil e do setor público e privado, podem ser alcançados progressos significativos para colocar a sustentabilidade em prática. Por último, mas não menos importante, a dimensão global de projetos como o SALSA, o sistema SAFA da FAO e outras iniciativas internacionais, também estão reduzindo as lacunas de comunicação entre diferentes atores e países que apoiam um debate global efetivo sobre a produção sustentável de alimentos.

Referências

FAO. **Tackling cimate change through livestock**: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO, 2013a. 116 p.

FAO. **SAFA sustainable assessment of food and agricultural systems**: guidelines. Rome: FAO, 2013b. 255 p.

ITC. **Identify Voluntary Sustainability Standards to start your sustainable trade journey!** 2018. Disponível em: <http://www.standardsmap.org/identify>. Acesso em: 16/08/2019.

MALTHUS, T. R. **An essay on the principle of population**. London: John Murray, 1826. v. 1.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. **Beyond the limits**. Vermont: Chelsea Green, 1992.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. **Limits to Growth**: The 30-Year Update. London: Earthscan, 2005.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.

UNITED NATIONS. **The 2030 Agenda for sustainable development**. 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 16/08/2019.

Literatura recomendada

PERMAN, R.; MA, Y.; COMMON, M.; MADDISON, D.; MCGILVRAY, J. **Natural resource and environmental economics**. Harlow: Pearson, 2011. 712 p.

REAP, J.; ROMAN, F.; DUNCA, S.; BRAS, B. A survey of unresolved problems in life cycle assessment. Part 1: goal and scope and inventory. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 4, p. 290-300, June 2008.



Capítulo 4

Sistemas de integração lavoura-pecuária--floresta e o sistema de inovação na agricultura brasileira

Renato Roscoe

Introdução

O sucesso de qualquer setor econômico depende de sua capacidade de inovar e continuamente introduzir novas tecnologias. A agricultura brasileira moderna é um exemplo claro disso.

Uma combinação de boas condições ambientais (clima, topografia, disponibilidade de água) juntamente com programas de governo e agricultores empreendedores foram as bases para um desenvolvimento extraordinário do setor agrícola brasileiro, em especial na região Centro-Norte do país. Programas governamentais importantes forneceram financiamento, armazenamento e comércio. A construção de Brasília alanvancou a disponibilização de infraestrutura para a região Centro-Oeste. Mas o ponto decisivo foi o avanço científico, especialmente com a criação da Embrapa e os cursos de graduação e pós-graduação em ciências agrárias no início dos anos 70, inaugurando o sistema de inovação agrícola no Brasil e fornecendo as tecnologias necessárias para explorar racionalmente os solos ácidos, típicos da região.

Os agricultores brasileiros conseguiram enormes melhorias em seus sistemas de produção nos últimos 40 anos, aumentando a produtividade da terra e do trabalho, como resultado de novos produtos (sementes melhoradas, fertilizantes, pesticidas etc) e novos processos (sistema de plantio direto, duas safras ao ano, sistemas integrados, gestão profissionalizada etc). Os produtores, apoiados por políticas governamentais e pelo sistema de inovação agrícola, transformaram o país de um simples importador em um dos mais importantes fornecedores de produtos agrícolas para os mercados globais. Naturalmente, a capacidade dos produtores de absorver e adaptar novas tecnologias para suas atividades foi decisiva neste processo.

Nos dias de hoje, os desafios são outros. Os membros da cadeia produtiva, em especial os produtores têm de lidar com temas que vão desde problemas localizados, como erosão e poluição, novas pragas e doenças, esgotamento do solo e redução da água disponível até desafios de escala global como crescimento populacional desordenado e urbanização, mudanças na demanda por alimentos, fibras e energia, aumento nos preços dos combustíveis fósseis e alterações climáticas. A nova era da comunicação, onde a conectividade torna o fluxo de informações instantâneo, fornece tanto ferramentas para uma comercialização dependente de mercados globais quanto possibilita a vigilância da sociedade, estreitando a distância entre fazendas e consumidores. Os produtores têm que ser mais eficientes do que nunca. Eles têm que obter alta produtividade da terra e do trabalho, fornecendo alimentos, fibras e energia para uma população crescente. Simultaneamente, precisam preservar o meio ambiente, reduzir os gases de efeito de estufa (emissões GEE) e maximizar o uso dos recursos naturais. E o que é ainda mais complexo: os produtores têm que enfrentar todos esses desafios em um contexto de mudanças climáticas, com possível variação das temperaturas e padrões de chuva.

O Cerrado brasileiro foi ocupado de forma mais intensa nos últimos 40 anos. No início, as pastagens costumavam dominar todas as áreas exploradas. Gradualmente, culturas anuais como soja, milho, arroz e algodão foram introduzidas com sucesso, expandindo-se para áreas de solos mais férteis. O sistema de plantio direto tem melhorado o manejo

do solo, resultando em sistemas de produção muito eficientes. Por outro lado, os baixos investimentos e o excesso de lotação animal desencadeiam a degradação dos sistemas de pastagens com consequente redução dos rendimentos. Apesar de avanços expressivos no sistema de produção de bovinos (genética, saúde, nutrição), a pastagem extensiva, com baixos investimentos, está se tornando insustentável, especialmente devido a aumentos relativos de custos, do preço da terra e exigências da legislação ambiental.

Nesse contexto, o sistema de inovação agrícola é novamente importante para se enfrentar os novos desafios, introduzindo novas tecnologias para melhorar os sistemas de produção de bovinos no Brasil. A integração de culturas anuais, pastagens e silvicultura em uma mesma área foi desenvolvida como uma solução para melhorar a produtividade da terra, reduzindo riscos e impactos ambientais.

O objetivo deste capítulo é discutir os principais aspectos das mudanças tecnológicas no setor agrícola no Brasil e suas implicações para o desenvolvimento de inovações em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

Desenvolvimento agropecuário e o sistema de inovação agrícola no Brasil

A agricultura sempre foi um componente importante da economia brasileira desde a era colonial. A cultura de cana-de-açúcar dominou as atividades de exportação do país até o século XIX, quando o café assumiu a liderança. Naquela época, a agricultura era concentrada na região costeira do país. Só depois de 1850 observou-se algum movimento em direção ao Oeste do Estado de São Paulo, principalmente ao longo das novas ferrovias. O café ainda era a principal cultura e os grãos eram culturas secundárias, principalmente para alimentar os trabalhadores em fazendas de gado, minas e plantações (Costa, 2010).

No final do século XIX, um fluxo significativo de imigrantes europeus colonizou o Oeste de São Paulo e partes do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A agricultura ainda continuou baseada em tecnologias tradicionais, como o cultivo itinerante, coivara e preparo da terra por tração animal. A produção de grãos era incipiente e atendia principalmente as necessidades locais. Muito pouco era direcionado à demanda urbana (Costa, 2010).

Em 1940, o Brasil era um país tipicamente rural, tendo em torno de 30% de população urbana, ou seja, cerca de 13 milhões de pessoas residia nos centros urbanos (Brito; Pinho, 2010). Entre 1940 e 1970, uma mudança significativa ocorreu como resultado dos incentivos do governo para industrializar o país. Em 1970, a população rural era de apenas 45% do total, e 52 milhões de pessoas estavam nas cidades. A consequência direta da urbanização e do crescimento populacional foi um aumento na demanda por alimentos e sua comercialização em centros urbanos. É importante notar que, no início dos anos 70, o Brasil era um importador líquido de alimentos e a inflação era uma grande preocupação para o país (Barros, 2006).

Até esse ponto, a agricultura no Brasil desenvolvia-se praticamente apenas nos solos mais férteis, expandindo-se primeiramente ao longo da costa e em solos argilosos

originalmente cobertos por florestas em Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Embora alguns equipamentos modernos e fertilizantes químicos começassem a ser importados na década de 50, a modernização da agricultura não se deu antes de 1970.

Políticas governamentais foram concebidas para enfrentar a crescente demanda por alimentos e também para fornecer os recursos para o setor industrial embrionário. Os desafios eram de se aumentar a oferta de alimentos para o mercado interno e também possibilitar exportações suficientes para manter o saldo comercial positivo. O abastecimento do mercado interno reduziria os preços dos alimentos em áreas urbanas, ajudando a controlar a inflação e reduzindo os custos do trabalho para o setor industrial. Uma balança comercial positiva forneceria recursos suficientes para a importação de equipamentos e tecnologias para a modernização do setor industrial (Barros, 2006).

O pacote de políticas oficiais incluía subsídios e crédito (para agricultores, cooperativas e agroindústrias), infra-estrutura (estradas, armazenamento) e o sistema de inovação agrícola (Alves et al., 2012). A criação da Embrapa foi fundamental para esse processo, bem como os novos cursos de pós-graduação, com programas de mestrado e doutorado de alta qualidade em ciências agrárias. Muitos pesquisadores também foram enviados para universidades de alto padrão nos Estados Unidos e Europa. Nova infraestrutura de pesquisa foi construída e equipamentos de alta tecnologia foram importados para modernizar laboratórios. O ensino superior em diversas disciplinas agrícolas formou um grupo crescente de pessoas qualificadas (Alves et al., 2012).

A inovação para o setor agrícola veio de duas maneiras diferentes. A introdução de fertilizantes, defensivos e maquinário moderno para os sistemas de produção possibilitou sua intensificação. Todavia, estas eram tecnologias tipicamente importadas. Paralelamente, o regresso de pesquisadores qualificados para a Embrapa e universidades, juntamente com os novos alunos de pós-graduação e a implementação de uma boa infraestrutura de pesquisa criaram um ambiente favorável para se adequar insumos e tecnologias importadas para as condições brasileiras. Sementes melhoradas eram um bom exemplo. Materiais genéticos básicos foram importados, mas grande parte do desenvolvimento veio do esforço do sistema brasileiro de inovação (Embrapa, 2004).

Os solos ácidos do Cerrado foram estudados e novas tecnologias para explorar esses solos foram desenvolvidas. Este foi um momento decisivo no desenvolvimento da agricultura no Brasil. O Cerrado, com mais de 2000 mil km2, possui condições favoráveis de topografia, precipitação pluviométrica, temperatura e solos com boas propriedades físicas para cultivos agrícolas. A dificuldade era dominar as técnicas para se corrigir a acidez do solo e aumentar os teores dos nutrientes. Nesse aspecto, o desenvolvimento do sistema de plantio direto foi extremamente importante para manter a matéria orgânica e melhorar a fertilidade do solo (Roscoe et al., 2006). O sucesso do sistema de inovação agrícola pode ser ilustrado pelo rápido avanço da soja em direção ao Cerrado depois de 1970 (Figura 1). Mais do que a adaptação a solos ácidos, pobres em nutrientes, a soja também foi adaptada para baixas latitudes (Embrapa, 2004).

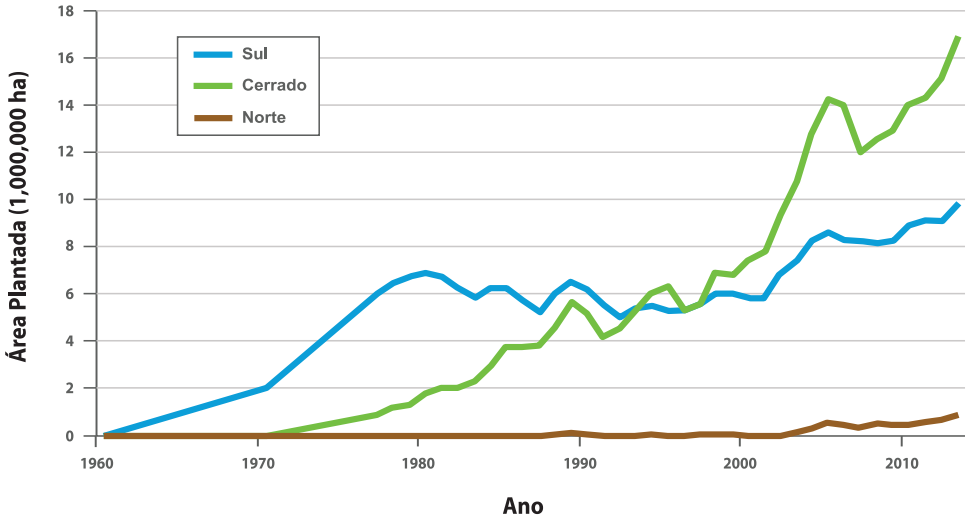


Figura 1. Área com plantio de soja em três diferentes regiões do Brasil (Sul,Cerrado e Norte) em diferentes décadas.

Entre os anos de 1977 e 2019 (Figura 2), a área de produção de grãos no Brasil aumentou 70%, saindo de 37 para 63 milhões de hectares (Companhia Nacional de Abastecimento, 2019). Concomitantemente, a produção total de grãos aumentou 413%, passando de 47 milhões de toneladas métricas em 1977 para 241 milhões de toneladas em 2019. Se considerarmos o rendimento médio observado em 1977 (1.258 kg ha-1), para obter o mesmo valor de 241 milhões de toneladas de grãos por ano, o setor agrícola do Brasil precisaria de 192 milhões de ha. Isso significa que o incremento da produtividade devido aos avanços tecnológicos poupou cerca de 130 milhões de hectares de terra nos últimos 42 anos.

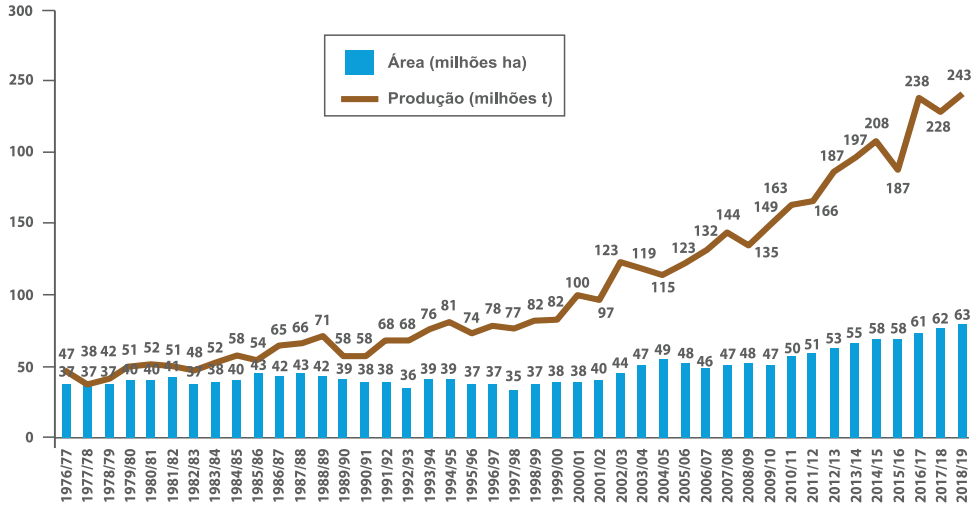


Figura 2. A evolução da área plantada e a produção de grãos no Brasil.
Fonte: CONAB (2019)

A produtividade da pecuária de corte também aumentou significantemente a partir de 1970. De 1970 a 2006, as áreas de pastagens aumentarem em 12%, ao passo que o número de animais aumentou 115% (Kichel et al, 2012). Segundo Macedo e Araújo (2012), antes de 1970, a capacidade média de lotação das pastagens no Cerrado era de 0,3 a 0,4 animais/ha. A introdução de novas tecnologias como a gramínea *Brachiaria* spp possibilitou o aumento da capacidade de lotação para 0,9 a 1,0 animais/ha e aumentou a produção de carne por área em duas a três vezes.

Ao estudar a evolução da agricultura no Brasil, Alves et al. (2012) mostraram que no censo de 1995/1996, trabalho e terra representavam, respectivamente, 31,3% e 18,1% dos ganhos totais em produção. Complementarmente, a tecnologia representava 50,6% da variação. Aplicando esse modelo para o ano de 2006, eles observaram que os componentes trabalho, terra e tecnologia representavam, respectivamente, 23,1%, 9,5% e 67,4% do aumento de rendimento. Os resultados de Alves et al. (2012) coincidem com as trajetórias observadas para uso da terra e aumento de produção de 1976 a 2014 (Figura 2). Os dados também se mostraram em conformidade com a diminuição da população rural e o número de pessoas empregadas na agricultura que se observou no período. Em 1985, 23,4 milhões de pessoas trabalhavam na agricultura. Este número diminuiu para 16,4 milhões em 2006 (Alves; Marra, 2009).

Agricultores empreendedores foram fundamentais nesse processo. De acordo com Viera-Filho (2010), a inovação na agricultura possui três perspectivas: geração, adoção e difusão. Os agricultores migraram para as fronteiras agrícolas, muitas vezes tendo que começar suas atividades sem um bom suporte tecnológico das instituições de pesquisa. Eles, na verdade, criaram a demanda por novas tecnologias e até mesmo deram suporte físico para a estrutura oficial de pesquisa. Um bom exemplo é o desenvolvimento das inovações do sistema plantio direto. Antes da pesquisa oficial iniciar estudos sistemáticos, os agricultores assumiram a liderança e adaptaram máquinas e desenvolveram seus próprios processos. Eles literalmente "aprenderam fazendo" (Casão-Júnior et al., 2012).

Mesmo sem às vezes ter-se uma percepção formal disso, o sistema de inovação agrícola foi um dos principais fatores para o extraordinário desenvolvimento da agricultura brasileira nos últimos 40 anos. A questão é: o sistema está preparado para enfrentar os novos desafios? Como os sistemas de lavoura-pecuária-floresta poderiam ajudar a enfrentar esses desafios?

Os novos desafios

Em termos de tecnologia, o desenvolvimento do setor agrícola não foi homogêneo em todo o país e duas realidades são encontradas no Brasil: os sistemas agropecuários altamente desenvolvidos e os sistemas ineficientes de baixa produção. O primeiro é de alta tecnologia, dinâmico, capitalizado, e diretamente conectado ao sistema de inovação agrícola. Em 2006, eles compreendiam 0,5 milhões de agricultores e foram responsáveis por 87% da produção bruta total da agricultura (Alves et al., 2012). Os 3,9 milhões restantes de agricultores produziram apenas 13% da produção bruta total da agricultura. Essa grande parcela teve baixa adoção de novas tecnologias e não participou da rápida

evolução do setor agrícola brasileiro nos últimos 40 anos. Incluir este grupo no sistema de inovação não é uma tarefa fácil.

A pecuária de corte também enfrenta desafios importantes. Apesar de se observarem avanços significativos em relação a genética animal, manejo sanitário e nutricional últimos 40 anos, uma parte importante das áreas de pastagens sofreram com o excesso de pastejo e os nutrientes não foram repostos por meio de adubação adequada. Como resultado, a maioria das pastagens apresenta sinais de degradação e tem uma produtividade baixa. Se por um lado este é um desafio a ser enfrentado, recuperar pastagens degradadas com agricultura e pecuária mais eficientes constitui uma oportunidade significativa para aumentar a produção agrícola, sem desmatar áreas naturais. A intensificação do uso da terra com base em sistemas integrados permite a produção de grãos e madeira em uma mesma área que a pecuária, inclusive mantendo ou até mesmo melhorando a produção bovina.

Uma vez que os novos desafios para o setor agrícola brasileiro variam de problemas locais, como a degradação de pastagens, até questões globais, como as mudanças climáticas, torna-se necessária uma conexão dos produtores rurais com os grandes desafios que afetam e podem vir a afetar suas atividades.

O mundo está mudando em uma velocidade ainda não confrontada pela humanidade. A sociedade passa por profundas transformações socioeconômicas. Conforme resumido recentemente por Thomas Friedman, a Terra está ficando mais quente, mais "achatada", e lotada (Friedman, 2008). A lógica é que as mudanças climáticas mostram tendências de aquecer nosso planeta, a revolução tecnológica e a era da comunicação aceleram a globalização e intensificam o fluxo de informações, nivelando culturas e mercados e o crescimento populacional aumenta significativamente a necessidade de alimentos, fibras, energia e materiais para infraestrutura.

A mudança climática global é amplamente aceita pela comunidade científica internacional (Ciais et al., 2013). As emissões de gases de efeito estufa têm aumentado significativamente nos últimos 250 anos, como resultado da mudança no uso da terra e queima de combustíveis fósseis para a energia. Entre os anos 2000 e 2009, as emissões provenientes dos combustíveis fósseis chegou a 7,8 GtC por ano. Os valores relativos a emissões por mudança de uso da terra são mais incertos, mas foram estimados em 1,1 GtC por ano. As emissões de metano e óxidos nitrosos também aumentaram significativamente e estão mais associadas à agricultura (Ciais et al., 2013).

A crescente concentração de GEE na atmosfera está correlacionada a aumentos na temperatura atmosférica, que por sua vez afeta os padrões de chuvas e a frequência de eventos extremos (como secas, inundações, furacões, tornados) (Ciais et al., 2013). Reduções na precipitação e mudanças nas temperaturas são esperadas na região central do Brasil, onde se concentra a maior parte da agricultura moderna do país, dificultando a produção na região do Cerrado (Pellegrino et al., 2007).

Portanto, as mudanças climáticas globais podem impactar negativamente a agricultura e requerem ajustes nas práticas atuais. Ao mesmo tempo, os sistemas que reduzem as emissões por unidade de alimentos, fibras ou energia produzida são estratégias

importantes para mitigar a mudança do clima global. Adaptação e mitigação dependem de um sistema de inovação agrícola eficiente. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta possuem o potencial de reduzir a emissão de GEE, através do aumento dos estoques de carbono no solo e na vegetação e aumentar a produtividade por área (Watson et al., 2000).

Como mencionado, a tendência de nivelamento das diferenças no mundo, com base na comunicação como defendido por Friedman (2008), implica em fluxo quase instantâneo de informações, levando à integração dos mercados e culturas. A revolução tecnológica e a transformação digital trouxeram a internet e smartphones, o que tornou mais barato e instantâneo o fluxo de informações e a transferência de tecnologia. O mercado integrado permitiu especialização dos fornecedores de comodities, que colocou o Brasil como uma fonte importante de alimentos e energia para a população global cada vez maior. Ao mesmo tempo, a conectividade aumentou o controle da sociedade sobre os processos de produção e de qualidade, com a consequente pressão para a responsabilidade ambiental e social no nível de produção. Por outro lado, o nivelamento cultural popularizou padrões de consumo ocidentais sobre os países em desenvolvimento, com consequências notáveis na China e na Índia, onde o aumento da renda per capita e a urbanização têm exigido mais e mais alimentos, fibras e energia (Friedman, 2008).

E por último, mas longe de ser o menos importante, as perspectivas de crescimento da população. Estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU) mostram um aumento na população mundial dos atuais 7.2 para 9.6 bilhões de pessoas em 2050 (Nações Unidas, 2013). De acordo com o relatório da ONU, a maior parte deste crescimento populacional ocorrerá nos países em desenvolvimento, principalmente na África e na Ásia. Além disso, a urbanização e melhorias relativas em rendimentos indicam que a demanda por produtos agrícolas deve aumentar ainda mais que o crescimento populacional. De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), a demanda por produtos agrícolas vai aumentar em 60% até 2050 (Alexandratos; Bruinsma, 2012). De acordo com as Perspectivas Energéticas Internacionais de 2013 (International Energy Outlook, 2013), o consumo global de energia vai crescer em 56% entre 2010 e 2040. A demanda por energia total mundial aumentará de 524 quatrilhões de unidades térmicas britânicas (BTU) em 2010 para 820 quatrilhões de BTUs em 2040. O relatório também destaca que a maior parte do crescimento no consumo de energia ocorrerá em países fora da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Nos países não membros da OCDE, a demanda por energia vai aumentar em 90% e, nos países da OCDE, em 17%.

Globalmente, a disponibilidade de novas áreas para a agricultura está próxima do limite. Além de alguns países da África, onde os problemas estruturais e políticos muitas vezes dificultam um impulso na agricultura, só o Brasil ainda possui disponibilidade significativa de terras aráveis a serem incorporadas ou intensificadas para atender a demanda global de alimentos, fibras e energia (FAO, 2000).

Segundo dados da Embrapa, as áreas remanescentes de vegetação nativa no Brasil somam 66% do território nacional. A área plantada com todas as culturas agrícolas e florestais somam 9% da área total do país. As pastagens plantadas e cultivadas ocupam cerca de

21%. A integração entre sistemas de produção agrícolas e pecuários pode ser utilizado para dobrar a área de plantio de grãos no Brasil, sem demandar abertura de novas áreas nativas.

Sistemas integrados: inovação para enfrentar desafios

A integração lavoura-pecuária-floresta tem muitos dos elementos necessários para uma nova abordagem do desenvolvimento rural no Brasil. A maioria das pastagens semeadas cobrem áreas marginais para cultivos de grãos, principalmente os de textura leve ou com restrições climáticas. Há também situações em que as preocupações ambientais limitam o uso do solo para as culturas (por exemplo, zonas de transição de parques nacionais).

A combinação de culturas anuais e pastagens já representa uma importante ferramenta para melhorar a produtividade da vasta área de pastagens degradadas (Macedo ; Araújo, 2012). Os benefícios são claros tanto para as culturas anuais quanto para as pastagens. Nos cultivos, mesmo quando o sistema de plantio direto é utilizado, ainda se enfrenta a escassez de matéria orgânica para o sistema (Roscoe et al., 2006). Por sua vez, o uso cíclico de pastagens nessas áreas melhora significativamente o fornecimento de matéria orgânica e aumenta a qualidade do solo. Por outro lado, as culturas anuais podem incrementar significativamente a fertilidade do solo, uma vez que o as margens de lucro e a aceleração do fluxo de caixa destas culturas permite investimentos em calcário e fertilizantes por exemplo. Esta tecnologia tem sido usada mesmo em áreas tradicionais de agricultura para melhorar a eficiência dos sistemas de plantio direto.

No entanto, a maior contribuição dos sistemas integrados está em áreas marginais para a agricultura e as regiões ambientalmente frágeis. As restrições nessas áreas são, principalmente, a textura do solo (solos arenosos) ou as restrições climáticas (secas prolongadas ou instabilidade do clima). As pastagens perdem capacidade de carga como consequência do excesso e diminuição da fertilidade do solo. A produção anual de culturas nessas áreas tem riscos elevados, mas pode reduzir os custos de melhoria da fertilidade do solo nos primeiros 2 ou 3 anos. Adicionalmente, a introdução do componente florestal em sistemas integrados melhora o estoque de carbono, diversifica e aumenta as receitas, reduz os riscos (climáticos e de mercado), e proporciona um microclima melhor para os animais.

Tais sistemas ajudam a resolver os desafios locais, recuperando terras degradadas e aumentando a renda de pelo menos parte dos 3,9 milhões de agricultores de baixa renda, que inclui muitos pecuaristas, que têm pequenas propriedades, com pequenos rebanhos, que não permitem as vantagens da economia de escala. Esses sistemas possibilitam o incremento na produção animal (melhoria das pastagens e microclima), ao mesmo tempo que fornecem grãos e produção de madeira. Ao mesmo tempo, eles reduzem os riscos através da diversificação das opções para os produtores, incluindo a tolerância à seca dos sistemas florestais, mesmo em um ambiente eventualmente desfavorável. Em escala global, sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta contribuem para mitigar as emissões de GEE, aumentando a produtividade bovina (reduzindo emissões por unidade de carne produzida), armazenando carbono no sistema (componente florestal e solo), e reduzindo a pressão para desmatamento de novas áreas. A intensificação dos sistemas também ajuda a aumentar, como um todo, a produção de grãos, carne, leite e madeira.

Considerações finais

Como resumido por Diamandis e Kotler (2012), as inovações tecnológicas atuais e futuras estão posicionando a humanidade em um período de "abundância". A incrível velocidade do desenvolvimento tecnológico está fornecendo inovações disruptivas para todos os setores da economia. A agricultura tem o benefício não só do desenvolvimento tecnológico intrínseco, mas também de outros setores da economia. A revolução na biotecnologia, com redução acentuada dos custos, aumentará seu potencial para ajudar a responder a muitos desafios agrícolas. A convergência do avanço exponencial em tecnologias da informação (TI), desenvolvimento de novos materiais (incluindo biogênico) e o novo universo da nanotecnologia estão mudando dramaticamente os custos de automação e o desenvolvimento de novos produtos. Esta convergência está afetando não apenas a eficiência energética, mas também está fornecendo tecnologias para utilização de fontes alternativas de energia. Maquinários e equipamentos estão ficando mais baratos e mais independentes, economizando força de trabalho na fazenda. Sistemas de informação de sensoriamento remoto e geográfico estão popularizarndo a agricultura de precisão e a gestão de recursos naturais. A grande capacidade de aquisição e processamento de dados está aumentando a compreensão do clima e aperfeiçoando a previsão meteorológica. Estações meteorológicas automáticas colocadas em fazendas e conectadas aos celulares dos produtores estão fornecendo informações em tempo real e ajudando-os na tomada de decisões técnicas e comerciais.

A outra tendência disruptiva, impulsionada pelo novo paradigma tecnológico e a transformação digital, é o fantástico fluxo de informações e facilidade de comunicação. O desenvolvimento colaborativo de novas tecnologias ("open source", conteúdo gratuito na internet, e trabalho voluntário) já está criando um novo ambiente para a inovação, reduzindo custos e aumentando a acessibilidade. Conhecimento e tecnologia provavelmente ficarão mais baratos e acessíveis a um maior número de produtores. Todas as dimensões da inovação (geração, adoção e difusão) certamente serão afetadas por esse novo ambiente.

O sistema brasileiro de inovação agrícola está inserido nesse novo ambiente e está se preparando para converter todos esses avanços fantásticos em benefícios aos produtores. Os sistemas de integração lavoura-pecuária-silvicultura representam uma dessas oportunidades que não pode ser desperdiçada.

Referências

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050**: the 2012 revision. Rome: FAO, 2012. (ESA Working paper, 12-03). Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

ALVES, E.; MARRA, R. A persistente migração rural-urbana. **Revista de Política Agrícola**, ano 18, n. 4, p. 5-17, out./dez. 2009.

ALVES, E.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; MAGALHÃES, E.; ROCHA, D. P. Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, ano 21, n. 4, p. 35-59, out./dez. 2012.

BARROS, G. S. de C. **Agronegócio brasileiro**: perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento. Piracicaba: ESALQ/USP: CEPEA, 2006. 51 p.

BRITO, F. A.; PINHO, B. A. T. D. **A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1940-2010**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2012. 19 p. (Texto para discussão, 464). Disponível em: <http://cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20464.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CASÃO-JUNIOR, R.; ARAÚJO A. G.; LLANILLO, R. F. **No-till agriculture in Southern Brazil**: factors that facilitated the evolution of the system and the development of the mechanization of conservation farming. Londrina: IAPAR; Rome: FAO, 2012. 77 p.

CIAIS, P.; SABINE, C.; BALA, G.; BOPP, L.; BROVKIN, V.; CANADELL, J.; CHHABRA, A.; DEFRIES, R.; GALLOWAY, J.; HEIMANN, M.; JONES, C.; LE QUÉRÉ, C.; MYNENI, R. B.; PIAO, S.; THORNTON, P. Carbon and other biogeochemical cycles. In: STOCKER, T. F., QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). Climate Change 2013: The Physical science basis: contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on **Climate Change**. New York: Cambridge University Press, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas**. 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Acesso em: 15 fev. 2019.

COSTA, E. V. **Da Monarquia à República**. 9. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2010. 524 p.

DIAMANDIS, P. H.; KOTLER, S. **Abundance**: the future is better than you think. New York: Free Press, 2012. 423 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 239 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 6).

FAO. **Land resource potential and constraints at regional and country levels**. Rome, 2000. 122 p. (World Soil Resources Report, 90).

FRIEDMAN, T. L. **Hot, flat, and crowded**. New York: Farrar; Straus and Giroux, 2008.

INTERNATIONAL Energy Outlook 2013: with projections to 2040. Washington: U.S. Energy Information Administration/ Office of Energy Analysis/ U.S. Department of Energy. 2013. 300 p. Disponível em: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf>. Acesso em: 27 mar. 2018.

KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H.; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.) **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 1-10.

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. Brasília: Embrapa, 2012. p. 27-48.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças climáticas globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, n. 8, p. 139-162, maio 2007.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-42.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2013. **World population prospects**: the 2012 revision, key findings and advance tables. (Working Paper, ESA/P/WP, 227). Disponível em: <http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/news/2013/KEY%20FINDINGS%20WPP2012_FINAL-2.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2018.

VIEIRA-FILHO, J. E. R. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Ed.). **A Agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, DF: Ipea, 2010. p. 67-96.

WATSON, R. T.; NOBLE, I. R.; BOLIN, B.; RAVINDRANATH, N. H.; VERARDO, D. J.; DOKKEN, D. J. **Land use, land-use change, and forestry**: a special report of the IPCC. Cambridge: IPCC: Cambridge University Press, 2000. 377 p.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 5

Empreendedorismo para a sustentabilidade em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Ronney Robson Mamede
Davi José Bungenstab
Paulo Henrique Nogueira Biscola
Camilo Carromeu
Ademar Pereira Serra

O agronegócio brasileiro

É inquestionável o avanço experimentado pela economia brasileira nos últimos anos. A combinação de fatores como o fortalecimento da democracia, controle da inflação e crescimento econômico, criaram condições favoráveis que, associadas às riquezas naturais, e avanços na fronteira do conhecimento, têm contribuído para que o Brasil possa, finalmente, deixar de ser o "país do futuro" e experimentar, no presente, os resultados de seu grande potencial produtivo.

Em matéria publicada na imprensa internacional há pouco mais de dois anos, o país era visto como um forte candidato a tornar-se a quinta maior economia mundial, deixando para trás países como a França e a Inglaterra (Prideaux, 2009). Atualmente já na sexta posição, o Brasil tem no agronegócio um dos pilares de seu crescimento. Em menos de 30 anos o país saiu da condição de importador para tornar-se um dos maiores fornecedores mundiais de alimentos.

Entre 1996 e 2006, a produção agrícola nacional cresceu 365%, totalizando o valor de R$ 108 bilhões de Reais ao final do período (The Miracle..., 2010). Para a safra 2011/2012, estima-se que haverá uma produção total de grãos da ordem de 165,9 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento, 2012). Apesar das condições climáticas desfavoráveis em algumas regiões do país terem causado grandes prejuízos, estes números são ainda 1,9% maiores que os registrados na safra anterior e representam um dos recordes nacionais de produção agrícola. Em relação à produção pecuária, o rebanho bovino brasileiro constitui atualmente o maior rebanho comercial do mundo, totalizando mais de 209,5 milhões de cabeças (IBGE, 2010). Na última década, as exportações brasileiras de carne bovina aumentaram 10 vezes, colocando o país entre os maiores exportadores mundiais do produto.

Apesar de representarem excelentes resultados, estes números se tornam pequenos diante da demanda global por produção de alimentos para os próximos anos. As projeções indicam que em quatro décadas a população mundial ultrapassará a marca de 9 bilhões de habitantes e embora a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), tenha, recentemente, reduzido as projeções da demanda para 2050, ainda assim estima-se que será necessário um incremento de 60% na produção mundial de alimentos para garantir a segurança alimentar (FAO, 2011). Além do incremento da produção constituir em si mesmo um grande desafio, ele se torna ainda maior diante da necessidade de se produzir mais em condições climáticas possivelmente mais adversas, além da obrigação de se reduzir o impacto ambiental.

Nesse contexto, o Brasil apresenta uma série de vantagens que o colocam em posição privilegiada. O país detém a maior área agricultável disponível em todo o mundo - cerca de 300 milhões de hectares (The Miracle..., 2010). Além disso, a disponibilidade de água doce, um recurso muito valioso, de forma geral, não está entre as principais preocupações no curto e médio prazo para o Brasil (Water..., 2009). Outro aspecto importante é que o país tem alcançado um excelente desempenho em termos de produção agropecuária, com mínimo subsídio governamental (Agricultural policies..., 2009; The Miracle..., 2010) e os investimentos em ciência e tecnologia têm possibilitado a implementação de técnicas revolucionárias na agropecuária, com menor impacto ambiental e ótimos resultados.

É importante notar que os excelentes números apresentados pelo agronegócio brasileiro refletem mais que simplesmente a atual conjuntura política e econômica, suas riquezas naturais ou os avanços científicos e tecnológicos. Esses resultados refletem também a postura e iniciativa de milhares de empreendedores que, espalhados por todo o país, não se acomodaram, mas souberam identificar oportunidades de negócios e reunir recursos humanos, financeiros e tecnológicos, para protagonizar uma das maiores transformações agrícolas da história mundial.

Empreendedorismo no agronegócio brasileiro

Empreendedorismo e inovação são reconhecidos como importantes fatores para a geração de emprego e renda, aumento da produtividade e competitividade, bem como para o crescimento e desenvolvimento econômico de qualquer país.

Por definição, empreendedorismo compreende a habilidade e o interesse de indivíduos em identificar e criar novas oportunidades de negócio e introduzir tais ideias no mercado, com disposição para competir por uma parcela de participação de mercado, mesmo diante de incertezas, riscos e outros obstáculos (Wennekers et al., 1997).

Considerado de maneira estrita, o empreendedorismo é uma característica de pessoas e não de organizações, logo, é natural que empreendedores (inclusive empreendedores rurais) sejam influenciados por aspectos culturais relacionados com sua formação pessoal ou pelo contexto em que vivem (Lundström; Stevenson, 2001). Assim sendo, em regiões onde existe uma percepção mais favorável e aberta para fatores como risco, competição e utilização de novas tecnologias, são observados níveis mais elevados de empreendedorismo do que em locais onde esses fatores são vistos com uma postura mais conservadora.

O Brasil é um país cuja população apresenta um perfil bastante empreendedor (Greco et al., 2010). Em 2009, existiam no país 4.846.639 organizações constituídas como Pessoa Jurídica (IBGE, 2009). Já os estabelecimentos agropecuários totalizavam quase 5,2 milhões em 2006, sendo que cerca de 17% deles respondiam por aproximadamente 60% da produção agropecuária nacional (Censo..., 2007). Sem dúvida, o interesse de produtores rurais em conhecer e implementar novas tecnologias, como os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF), manifesta claramente uma característica do comportamento empreendedor.

Empreendedores rurais sabem que terão maiores chances de sucesso à medida que ampliam seu conhecimento nas áreas em que atuam. Este conhecimento pode ser obtido por intermédio de literatura especializada, cursos, visitas a feiras, exposições e dias de campo, programas de rádio e televisão e, naturalmente, também por informações disponíveis na Internet. É importante notar que, especialmente no setor agropecuário, o conhecimento e domínio de tecnologias muitas vezes resulta da experiência prática do produtor e da troca de experiências com pessoas que conduzem empreendimentos semelhantes.

Características de uma boa oportunidade de negócios

A identificação e a avaliação de oportunidades de negócios estão entre os aspectos mais importantes do empreendedorismo. Sem uma oportunidade que seja potencialmente viável, qualquer negócio irá, na melhor das hipóteses, obter apenas resultados medíocres. Portanto, nesta fase do processo o empreendedor deve investir tempo e recursos na avaliação da oportunidade que se apresenta. Tal procedimento contribuirá para a redução dos riscos e aumentará as chances de sucesso do empreendimento.

Com os avanços tecnológicos, questiona-se onde poderiam ser identificadas novas oportunidades de negócios no setor agropecuário. Técnicos e empreendedores discutem quais seriam os critérios mais importantes para se avaliar o potencial de um empreendimento ou tecnologia. Todavia, as mudanças ocorridas recentemente no ambiente de negócios representam também excelentes fontes de oportunidades. Situações inesperadas, como o anúncio de um investimento governamental ou novas linhas de crédito são algumas delas. No caso dos sistemas de ILPF por exemplo, os incentivos do Programa Agricultura de Baixo Carbono, criado pelo governo brasileiro em 2010, também conhecido como Programa ABC, podem ser uma boa oportunidade de negócios para viabilizar a implantação do sistema em regiões com pastagens degradadas, onde a atividade pecuária vem perdendo rentabilidade.

Transformações na forma de organização de determinada cadeia produtiva, setor ou mercado, como as que vêm acontecendo no setor agropecuário brasileiro, podem também apresentar oportunidades interessantes. Além destas, a necessidade de soluções para problemas específicos, mudanças demográficas, mudanças de percepção ou o advento de novas tecnologias, sempre oferecem possibilidades de investimento (Drucker, 2008).

Quanto à avaliação de um empreendimento ou tecnologia sob a perspectiva de oportunidade de negócio, talvez o mais importante aspecto que deva ser considerado é a agregação de valor. O produto deve ser claramente percebido como "de valor" aos olhos do consumidor, e também dos distribuidores e varejistas, se eles estiverem envolvidos (Muzyka, 1997).

Embora não seja fácil agregar valor a commodities, sabe-se que produtos obtidos por meio de processos mais eficientes e menos agressivos ambientalmente tendem a ser percebidos como de maior valor pelo mercado.

Outros fatores importantes que devem ser levados em consideração para verificação de uma oportunidade de negócio referem-se a:

- **Existência de uma real necessidade no mercado** – se existe demanda conhecida por um produto ou tecnologia as chances de sucesso são expressivamente maiores.
- **Momento (timing) adequado** – devem ser considerados aspectos como sazonalidade do produto ou a possível dependência de outras tecnologias.

- **Atratividade do horizonte temporal** – o negócio deverá ser explorado por um período que possibilite retorno que justifique o investimento.
- **Foco de gerenciamento claramente definido** – facilita o processo de gestão e favorece a obtenção de resultados (ex.: custos, marca, logística).
- **Permite o desenvolvimento de Vantagens Competitivas Sustentáveis (VCS)** – VCS são estratégias de agregação de valor que não estejam sendo implementadas por atuais ou potenciais concorrentes, por não terem condições de facilmente duplicá-las.
- **Apresenta bom potencial de lucratividade** – embora potencial de lucratividade seja um conceito bastante relativo, qualquer oportunidade deve ser considerada sob a perspectiva do retorno financeiro.
- **Boa afinidade com o empreendedor** – a oportunidade deve ser explorada por alguém que tenha habilidade e experiência apropriadas, e que disponha dos recursos críticos necessários para dar suporte ao negócio.
- **Permite o desenvolvimento de outras habilidades de negócios** – as boas oportunidades com frequência são excelentes fontes de aprendizado, permitindo ao indivíduo ou organização desenvolver habilidades que possibilitem a exploração de novas ideias.
- **Conduz a outras oportunidades** – com frequência a boa oportunidade conduz à identificação de outras possibilidades de investimento.

Sistemas de ILPF como oportunidade de negócios

Analisando-se os sistemas de ILPF com relação a cada fator da lista apresentada, percebe-se que de fato existe uma **real necessidade de mercado** para os diferentes produtos do sistema. Nos sistemas de ILPF usuais, os principais produtos obtidos diretamente são a carne bovina e ovina, leite, soja, milho, sorgo e madeira, que são commodities com mercado bem estabelecido. O sistema produz, também, diversos serviços ambientais que para a maioria dos produtores não são ainda remunerados, embora contribuam para uma maior lucratividade do sistema.

A demanda pelos produtos dos sistemas de ILP e ILPF mais usuais são constantes e as tecnologias para implantação e condução dos mesmos já estão satisfatoriamente estabelecidas. Além disso, existe uma tendência de se aumentar a demanda por produtos cujo processo de produção seja ambiental e socialmente correto, sendo um **bom momento para expansão** dos sistemas de produção em integração. Por excelência, os sistemas de ILPF contemplam com racionalidade a combinação de culturas para uma melhor distribuição da produção durante o período do empreendimento, amenizando variações climáticas e de mercado. Além disso, o sistema reduz, por exemplo, os custos de implantação do componente florestal e das pastagens com os cultivos anuais de grãos.

O tempo mínimo de um ciclo de ILPF seria em torno de sete anos, podendo chegar a mais de 20, dependendo do componente arbóreo utilizado. Inclusive em sistemas apenas silvipastoris, no geral, a produção animal apresenta índices similares e muitas vezes até maiores que sistemas de pecuária tradicional. Além disso, o componente agrícola reduz

drasticamente os custos de implantação do componente florestal, tornando-o altamente atrativo em um horizonte temporal mais longo.

Por ser um sistema com vários componentes, a própria adoção de um sistema de produção em integração demanda um **foco de gerenciamento claramente definido,** que permita o manejo dos diversos componentes que interagem, potencializando seus resultados reciprocamente e reduzindo riscos para o produtor-empreendedor.

Muito mais que os sistemas de produção tradicionais, os sistemas de ILPF permitem o **desenvolvimento de Vantagens Competitivas Sustentáveis** agregando valor ao produto, especialmente em termos de serviços ambientais. Sistemas de ILPF são complexos e necessitam mais conhecimentos técnicos e gestão profissional, incluindo planejamento meticuloso em longo prazo. Não se aplicam a todas as situações, nem tampouco a todos os perfis de produtores, criando assim um diferencial para quem os adota. Os serviços ambientais produzidos pelo sistema constituem uma das principais vantagens do mesmo, inclusive pela perspectiva de remuneração futura. Esse aspecto do sistema é tão importante que o assunto é abordado com mais detalhes em capítulo específico desta obra.

Assim como as VCS, os sistemas de ILPF, pelo efeito sinérgico dos diversos componentes entre si, **apresentam bom potencial de lucratividade** com relação custo-benefício favorável para uma grande gama de situações. O tema é também assunto específico de um dos capítulos deste trabalho.

Pelas próprias características do sistema, usualmente, quem adota sistemas de ILPF são produtores que visualizam a necessidade de melhorar seus sistemas de produção ou investidores externos que querem entrar profissionalmente na atividade agrícola. Em ambos os casos, portanto, **o empreendedor tem boa afinidade com o empreendimento**, dispondo de experiência na atividade ou recursos financeiros para custear o trabalho de técnicos especializados.

Assunto também tratado em capítulo específico, os sistemas de ILPF **permitem o desenvolvimento de outras habilidades de negócios**, como a venda de serviços ambientais ou outros a serem criados. A complexidade do sistema, que ao exigir melhor monitoramento e controle, ou seja, gestão mais profissionalizada, leva o produtor a analisar melhor sua atividade, visualizando oportunidades que observadores externos não veriam, **conduzindo-o a outras oportunidades de negócios**.

Planejamento - a força do empreendedor

As mais conhecidas características do empreendedor envolvem uma postura visionária, autoconfiança, persistência, determinação, interesse em explorar novas oportunidades, disposição para assumir riscos e incertezas e capacidade de planejamento.

Se no passado o planejamento podia ser visto como uma característica apenas desejável para o sucesso, hoje ele é percebido como fundamental. No contexto de um mundo globalizado, altamente competitivo e onde a informação e conhecimento são amplamente difundidos, o planejamento é um fator crítico de sucesso para qualquer

negócio. Estudos mostram que a "falta de planejamento" continua sendo a segunda principal causa para o fracasso de empreendimentos nascentes, atrás apenas da "ausência de um comportamento empreendedor" (Dornelas, 2008; Sebrae, 2008). Vários autores reconhecem que empreendedores que valorizam o planejamento de suas atividades têm muito mais chances de serem bem sucedidos do que aqueles que não o fazem. Um estudo realizado com ex-alunos da Harvard Business School, nos Estados Unidos, concluiu que um bom planejamento pode aumentar em até 60% as possibilidades de sucesso de qualquer negócio (Dornelas, 2008). Embora não se tenha conhecimento de um estudo similar envolvendo apenas produtores rurais, pode-se inferir que, para estes, a situação não seja diferente.

No caso de sistemas de ILPF, que por terem três componentes vegetais e pelo menos um componente animal, são ainda mais complexos que sistemas agrícolas em monocultivo, um planejamento meticuloso é de vital importância. Muitas vezes é mais prudente atrasar a implantação do sistema, adiando-se, por exemplo, por um ano o plantio do componente arbóreo para se refinar o planejamento do sistema, que correr o risco de escolher a espécie errada ou não ter mão de obra local disponível para tratos culturais, como o combate a plantas daninhas e formigas, por exemplo.

Um dos aspectos interessantes do planejamento é que, ao analisar detalhadamente o negócio, o produtor tem a oportunidade de aprofundar seu conhecimento sobre sua atividade/empreendimento ou sobre a tecnologia que pretende adotar. Ao fazer isso, ele tem condições de considerar várias possibilidades sob a perspectiva de uma oportunidade de negócios, bem como pode avaliar melhor os riscos envolvidos.

Referências

AGRICULTURAL policies in emerging economies: monitoring and evaluation. Paris: OECD, 2009.

CENSO Agro 2006: IBGE revela retrato do Brasil agrário. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13719-asi-censo-agro-2006-ibge-revela-retrato-do-brasil-agrario>. Acesso em: 06 maio 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira** – Grãos **(Safra 2011/2012, Décimo Levantamento, Julho/2012)**. Brasília, DF, 2012.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo**: transformando ideias em negócios. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

DRUCKER, P. F. **Inovação e espírito empreendedor**: prática e princípios. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

FAO. **Women in agriculture**: closing the gender gap for development. Rome, 2011. (The State of Food and Agriculture Report, 2010-11).

GRECO, S. M. S. S.; FRIEDLAENDER JUNIOR, R. H.; DUARTE, E. C. V. G.; RISSETE, C. R.; FELIX, J. C.; MACEDO, M. M.; PALADINO, G. **Empreendedorismo no Brasil**. Curitiba: Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade, 2010.

IBGE. **Estatística do Cadastro Central de Empresas 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/cadastroempresa/2009/comentarios.pdf>. Acesso em: 7 maio 2012.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal 2010 (Efetivo dos Rebanhos – Brasil)**. 2010. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/>. Acesso em: 8 abr. 2012.

LUNDSTRÖM, A.; STEVENSON, L. **Entrepreneurship policy for the future**. Stockholm: Swedish Foundation for Small Business Research, 2001.

MUZYKA, D. F. Marking the key points on the opportunity map. In: BIRLEY, S.; MUZYKA, D. F. (Ed.). **Mastering enterprise**. London: FT Pitman Publishing, 1997.

PRIDEAUX, J. Getting it together at last: a special report on business and finance in Brazil. **The Economist**, 14 nov. 2009. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:A5o5m8P0pMwJ:www.economist.com/sites/default/files/special-reports-pdfs/14831810_0.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-d>. Acesso em: 20 mar. 2012.

SEBRAE (São Paulo). **10 Anos de monitoramento da sobrevivência e mortalidade de empresas**. São Paulo, 2008.

THE MIRACLE of the Cerrado. **The Economist**, 26 Aug. 2010. Disponível em: <https://www.economist.com/node/16886442/print>. Acesso em: 23 set. 2010.

WATER in a changing world. Rome: UNESCO; London: Earthscan, 2009. (The United Nations World Water Development Report, 3).

WENNEKERS, S., THURIK, R.; BUIS, F. **Entrepreneurship, economic growth and what links them together**. Zoetermeer: EIM Small Business Research and Consultancy, 1997.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 6

A posição estratégica dos sistemas de integração no contexto da agropecuária e do meio ambiente

Davi José Bungenstab

A qualidade do processo produtivo

Nas últimas décadas, tem-se vivido um intenso desenvolvimento tecnológico em praticamente todas as áreas da ciência e, consequentemente, nos setores produtivos correspondentes. Simultaneamente, tem ocorrido um aumento progressivo no volume e na velocidade das informações disponíveis, o que logicamente acelera o processo de globalização. Paralelamente e, por certo, como consequência disso, observa-se a elevação nos níveis de exigência quanto à variedade dos bens de consumo e da qualidade dos mesmos, com destaque para a segurança dos alimentos.

Dentro do conceito mais atual de qualidade de um produto está, também, a demanda por maior preservação ambiental no processo produtivo, muitas vezes com exigência de certificações reconhecidas. Essa atitude já produziu muitos efeitos positivos para o ambiente, especialmente no setor industrial dos países da Europa Ocidental. Nesses países, não apenas a conscientização e o debate, mas também a normatização, o controle do uso de recursos naturais e a preservação ambiental, ligados ao processo produtivo, já estão em estágios avançados de discussão e implementação. Esses países, muitas vezes, se voltam para as nações em desenvolvimento na expectativa de que a mesma atitude seja tomada localmente. Todavia, a maioria dos países em processo de industrialização e com alto potencial de desenvolvimento é ainda caracterizada por uma economia baseada no mercado interno e de exportação de bens primários, ou seja, minerais e produtos agrícolas não processados.

Nesse contexto, este capítulo visa discutir a inserção dos sistemas de integração no desenvolvimento sustentável da agropecuária no país.

O debate ambiental e o papel do agronegócio brasileiro

O Brasil, por sua riqueza de recursos naturais e alta capacidade de produção de alimentos, energia e fibras, é um dos países mais visados no debate da produção agropecuária e preservação ambiental. A estabilidade política e econômica, que tem permitido um crescimento constante e organizado, além da projeção internacional adquirida recentemente, fizeram do Brasil uma região mundialmente estratégica para o desenvolvimento de formas sustentáveis de uso dos recursos naturais e preservação ambiental. Esse processo de apropriação de áreas para atividades agrícolas, incluindo a produção de energia, tem sido estreitamente ligado à ocupação das áreas de Cerrado e de floresta tropical, chamando a atenção da comunidade internacional.

De acordo com Brown (2002), mais da metade das reduções de carbono dos trópicos poderia ser obtida pela proteção das florestas, regeneração e redução de desmatamentos. O Brasil, com extensa área de florestas, tem um enorme potencial de contribuição nesse aspecto, além de manter uma grande reserva de biodiversidade. Portanto, o país tem algo valioso para ser colocado em debate, que são os serviços ambientais relacionados com a preservação de grandes áreas de rica biodiversidade e a redução de emissões por desmatamento.

Com respeito a isso, um aspecto que merece mais atenção é a força que o Brasil pode ter para participar e influenciar esses debates. A pecuária de corte tem posição de destaque nesse contexto, especialmente pela extensão da área ocupada com pastagens.

A pecuária de corte brasileira tem apresentado números crescentes de volume de produção. Por outro lado, como visto nos capítulos anteriores, as pastagens cultivadas ocupam parte substancial das áreas agricultadas no país e boa parte delas já está degradada, demandando urgente intervenção para recuperação da produtividade.

O primeiro reflexo direto desta degradação é a redução dos índices produtivos e reprodutivos do rebanho bovino. Os índices produtivos são os primeiros indicadores da eficiência no uso dos recursos naturais que são aplicados na atividade, sendo que no caso da pecuária de corte extensiva, o principal recurso é a terra.

Nesse contexto, é fundamental discutir a questão da qualidade ambiental da produção utilizando-se uma abordagem maior, que se ocupa da sustentabilidade dos sistemas. Para essa discussão, são necessários subsídios técnico-científicos, especialmente de abrangência regional e local, que forneçam um embasamento para tomada de decisão, levando em consideração as possibilidades e interesses de todas as partes envolvidas.

O primeiro passo nesse processo é a avaliação do desempenho ambiental das atividades produtivas. Essa avaliação deve fazer uma análise detalhada da eficiência no uso de recursos naturais disponíveis e detectar problemas causados especialmente por sistemas de produção mal planejados e/ou mal conduzidos. O objetivo final dessas avaliações é detectar quais sistemas, tecnologias e práticas agrícolas podem ter maior influência na redução de tais impactos.

Eficiência no uso da terra

Dentro da análise de eficiência ambiental de um sistema de produção agropecuário, usualmente, o uso e ocupação da terra são os primeiros aspectos estudados. No Brasil, pela dimensão das áreas, algumas vezes a opinião pública se confunde, tendo a impressão de que as terras são um recurso ilimitado para produção. Embora de fato as áreas agricultáveis no Brasil sejam relevantes em comparação com muitos outros países, a intensa valorização financeira das mesmas na última década é evidência de uma escassez que muitas vezes passa despercebida.

Portanto, ao se discutir a eficiência ambiental de sistemas agropecuários, a eficiência no uso da terra deve ser um dos primeiros aspectos a serem discutidos, por ser um importante indicador de sustentabilidade de sistemas agrícolas. Em seguida estão outros indicadores, tanto ambientais quanto econômicos e sociais importantes, como qualidade de vida dos envolvidos, emissões de gases de efeito estufa (GEE), ciclagem de nutrientes e rentabilidade do sistema.

Esse tipo de análise de eficiência dos sistemas produtivos é importante porque um sistema de produção operando com desempenho abaixo do potencial de sua região é classificado como ineficiente. Havendo vários estabelecimentos rurais que permaneçam nessa situação, a sustentabilidade de toda a região fica comprometida, demandando ação da comunidade e especialmente de iniciativas governamentais (Figuras 1 A e B).

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 1. Área com solo de boa fertilidade, utilizada com pastagem que apresenta sinais de baixa produtividade, em área contígua a um cultivo comercial de milho de alto rendimento.

Para o setor de pecuária de corte no Brasil, considerando-se a importância do uso da terra sobre a eficiência ambiental, a degradação das pastagens é atualmente o principal problema que afeta a sustentabilidade da cadeia produtiva. A baixa produtividade dessas áreas, além de representar um desperdício de recursos naturais, por não otimizar a produtividade em áreas já abertas, aumenta também substancialmente as emissões de GEE nesses sistemas de produção. Ao se melhorar o sistema, aumentando a produtividade, o volume de emissões por unidade de produto obtido será diminuído. Considerando-se ainda que a demanda mundial por alimentos, fibra e energia tende a crescer e as emissões de gases de efeito estufa relacionadas com os mesmos têm de ser reduzidas, faz-se imperativa a melhoria da eficiência desses sistemas de produção.

Emissões de gases de efeito estufa e alternativas de mitigação

Neste contexto, a recuperação de pastagens, especialmente com o uso de sistemas de integração, poderia aumentar a produção regional sem a necessidade de expansão sobre áreas de vegetação nativa, contribuindo com a mitigação dos GEE e aumento da oferta de produtos agropecuários.

Além das emissões por mudanças no uso da terra, as emissões causadas diretamente pelos animais, por seu processo digestivo e decomposição de dejetos, têm grande participação no volume total de emissões do Brasil.

Analisando-se a comunicação inicial do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal para o ano base de 2000, realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2009), chama a atenção que as emissões da bovinocultura de corte são quase equivalentes às emissões causadas pelo setor de transportes rodoviários.

Por outro lado, considerando-se as alternativas para redução do aquecimento global por mitigação dos GEE no Brasil, a cadeia produtiva da carne bovina, que hoje é um emissor, pode ser convertida em um setor mitigador de emissões. E isso pode ser feito principalmente pela adoção de estratégias como as listadas a seguir:

- **Redução do desmatamento** - embora as causas do desmatamento não sejam sempre diretamente ligadas à pecuária, muitas vezes a atividade ocorre em sucessão ao mesmo. Por isso, a melhoria dos sistemas existentes que evite a abertura de novas áreas e consequentemente ajude a reduzir emissões pelo desmatamento, é um dos meios mais rápidos e efetivos para se reduzir emissões de GEE em países tropicais. Neste aspecto, a contabilização de créditos de carbono por emissões evitadas seria muito importante. Essa alternativa tem excelente potencial no Brasil, todavia, o processo de reconhecimento e estimativa dos créditos relacionados é de difícil estabelecimento e os mecanismos para tal ainda estão em desenvolvimento.
- **Recuperação de pastagens** - as pastagens quando em estado degradado são usualmente fontes emissoras de carbono e quando em bom estado fixam carbono. Da mesma forma que para as emissões evitadas por redução do desmatamento, a remuneração por créditos de carbono seria uma excelente forma incentivar e ajudar a custear a recuperação de pastagens no Brasil.
- **Emissões evitadas pela redução de idade de abate dos animais** - estima-se que um bovino adulto seja responsável pela emissão de aproximadamente 1,5 tonelada de CO_2 equivalente por ano. Quanto menos tempo o animal permanecer no sistema de produção para produzir a mesma quantidade de carne, menores serão as emissões por unidade de carne produzida por hectare e por ano. Sistemas melhorados, com boas pastagens e suplementação alimentar especialmente para terminação dos animais, têm potencial para reduzir em um ano ou mais a idade de abate dos animais, causando grande impacto na redução de emissões de GEE, especialmente metano, pelo setor.

- **Sequestro de carbono por sistemas de integração** - essa alternativa é especialmente potencializada nos sistemas que envolvem o componente florestal como os sistemas silvipastoris e de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A contabilização e remuneração por créditos de carbono pela fixação em sistemas de integração, ainda não é praticada no mercado formal de emissões. Todavia, essa é também uma ferramenta de grande potencial, especialmente nos sistemas que têm árvores, para o mercado voluntário, pois combina os interesses diretos do setor industrial com a função social dos sistemas de produção de alimentos.

Em termos de estabelecimento de políticas públicas para fomentar a mitigação de GEEs no Brasil, tomando-se mais uma vez para comparação o setor de transportes rodoviários, que conforme mencionado, é responsável por volume de emissões equivalente ao da bovinocultura, pondera-se que as medidas que precisam ser adotadas para mitigação de gases de efeito estufa no setor pecuário são de implementação muito mais ágil que no setor de transportes, tanto em termos políticos quanto logísticos. Além disso, em termos de comparação, o setor de transporte tem potencial apenas para reduzir emissões, enquanto o setor de agronegócios, além de reduzir, pode fixar grandes quantidades de carbono, como é o caso dos sistemas de plantio direto e pastagens bem manejadas, que aumentam os estoques de carbono no solo.

Para implementação de tais medidas, é necessária a aplicação de tecnologias que em grande parte já estão acessíveis para os produtores rurais. Além disso, os esforços políticos e o estabelecimento de diretrizes para que isso aconteça já estão em andamento. O Programa Nacional de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, conhecido como Programa ABC, é um desses exemplos. Além da transferência de conhecimento técnico, o programa disponibiliza, também, linhas de crédito diferenciadas para tais iniciativas dentro do setor agropecuário. Em alguns Estados brasileiros estão sendo desenvolvidos programas regionais específicos de incentivo à recuperação de pastagens, plantio direto na palha e implementação de sistemas de produção em integração.

Os sistemas de produção em integração como estratégia

Os sistemas de integração, embora em franca expansão, representam ainda uma parcela relativamente pequena da área ocupada com a produção de alimentos, energia e fibras em todas as regiões do Brasil. Para o produtor, a fase de definição de qual sistema de integração adotar é, certamente, o momento mais importante pela complexidade da técnica. Essa fase passa pela seleção dos componentes vegetais e animais, o seu planejamento detalhado para as circunstâncias específicas de cada estabelecimento e as possibilidades logísticas do produtor e sua equipe. A dificuldade de se realizar tais escolhas, dentro de um planejamento sistemático, com precisão e segurança, pode ser considerada um dos principais entraves à adoção de tais sistemas.

Em termos práticos, tratando dos estabelecimentos rurais em si, existem diversas ofertas de tecnologias, máquinas e insumos como novas alternativas para o produtor. Não existe, todavia, uma resposta direta ou uma alternativa que seja a mais indicada para todas as

situações. Primeiramente, porque a singularidade de cada unidade de produção deve sempre exercer grande influência nesse processo de decisão. As decisões mais importantes são, sem dúvida, as estratégicas – tais como o que produzir e qual sistema de produção adotar. Essas decisões são fundamentais para a sustentação na atividade. Depois, são tomadas as decisões relacionadas com técnicas adotadas, máquinas e insumos e a relação de custo-benefício das alternativas oferecidas pelo mercado.

Tanto para os monocultivos comerciais tradicionais quanto para sistemas de integração de pequeno, médio e grande porte, a tendência atual é a de se adquirir pacotes tecnológicos. Isso ocorre porque os mesmos devem ser planejados para longo prazo e as ações devem acontecer pontualmente dentro de uma sequência pré-estabelecida, sob o risco de grandes perdas para o sistema como um todo, ou até mesmo sua inviabilização. Para um sistema de ILPF, por exemplo, uma prática crescente é a contratação de empresa especializada que oferece um pacote completo, fornecendo mudas de eucalipto, realizando o plantio com adubação e eventual irrigação, repondo mudas que não sobreviveram, monitorando e combatendo pragas na área até a estabilização inicial do sistema.

Nesses sistemas existem, obviamente, vários ganhos para o produtor, relacionados com os efeitos sinergéticos de um componente sobre os outros dentro do sistema. É importante ressaltar que além do benefício baseado na sinergia entre os componentes, o produtor deve avaliar a vantagem estratégica de ser pioneiro dentro de uma atividade. Apesar das dificuldades de se aprender realizando tentativas nem sempre bem-sucedidas, ao iniciar cedo o uso de uma tecnologia, mesmo que em pequena escala, o produtor e sua equipe criam um conhecimento próprio, adaptado às suas condições específicas, que é fundamental quando se pretende expandir o sistema no futuro.

Considerações finais

O mercado voluntário de emissões aponta uma tendência de remunerar os produtores pelo sequestro de carbono e, eventualmente, até mesmo por evitar emissões dos animais ao se utilizar sistemas de produção comprovadamente mais eficientes. Em médio ou longo prazo, a produção eficiente e que proporcione maior bem-estar aos animais também poderá ser melhor remunerada por meio de certificações. Portanto, no caso de sistemas de integração, além de todo o ganho regional com sistemas mais eficientes, esse conhecimento agregado específico e pioneiro de cada produtor será fator estratégico de grande valor para a sedimentação e remuneração da produção agropecuária sustentável no Brasil.

Referências

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**: informações gerais e valores preliminares. Brasília, DF, 2009. 19 p. 2011. Disponível em: <http://ecen.com/eee75/eee75p/inventario_emissoes_brasil.pdf> .Acesso em: 14 set. 2012.

BROWN, S. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. **Environmental Pollution**, v. 116, n. 3, p. 363-372, 2002.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 7

Políticas de fomento à adoção de Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta no Brasil

Luiz Adriano Maia Cordeiro
Luiz Carlos Balbino

Introdução

Os sistemas de integração[1] são estratégias de produção sustentável que integram atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais, fundamentada na combinação espacial e temporal dos componentes do sistema produtivo (Balbino et al., 2011a).

Estes sistemas contribuem para a intensificação sustentável do uso do solo, levando em conta o efeito poupa-terra, os impactos técnicos e econômicos positivos, a melhoria da atividade biológica e da qualidade do solo. De fato, aproveitam-se os efeitos de sinergismo e complementaridade quando se associam duas ou mais atividades da produção agropecuária na mesma área. Além disso, promovem efeitos na mitigação da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e na diminuição da pressão pelo desmatamento. Esses sistemas ampliam o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo ao longo do ano (Cordeiro et al., 2015a).

Os sistemas de integração podem ser adotados tanto por grandes quanto por pequenos produtores rurais. No Brasil existem diversas políticas de fomento à adoção de sistemas de integração envolvendo setores públicos, em âmbito nacional como estadual, bem como ações da iniciativa privada. Este capítulo apresenta exemplos de políticas públicas, ações privadas e parcerias público-privadas de fomento à adoção de sistemas de integração entre lavoura, pecuária e/ou floresta no Brasil.

Adoção de Sistemas de Integração no Brasil

O potencial de adoção de sistemas de integração em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado a diversos fatores, de acordo com Vilela et al. (2001) e Dias-Filho (2007): disponibilidade de solos favoráveis; infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito; domínio da tecnologia para produção de grãos e pecuária; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção; acesso a assistência técnica; e possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos.

A adoção de sistemas de integração havia sido estimada por Balbino et al. (2011a) em, aproximadamente, 2 milhões de hectares nos biomas brasileiros. Entretanto, pesquisa recente, divulgada por Embrapa (2016), mostra que, atualmente, a área de adoção com algum sistema integração (ILP, IPF, ILF ou ILPF) no Brasil abrange 11,5 milhões de hectares.

Os Estados que se destacam em área de adoção de sistemas de integração são: Mato Grosso do Sul, com dois milhões de hectares; Mato Grosso, com 1,5 milhão; Rio Grande do Sul, 1,4 milhão, que se destacou também como o Estado com maior número de propriedades participantes de alguma das modalidades; Minas Gerais, 1,0 milhão; e, Santa Catarina, com 680 mil hectares. No âmbito dos produtores rurais com atuação predominante na pecuária e que adotam a estratégia, 83% utilizam o sistema de ILP (sendo 9% ILPF, 7% IPF) e entre os produtores de grãos, 99% adotam o sistema ILP (sendo 0,4% ILPF e 0,2% ILF). Entre os produtores rurais

[1] Sistemas de integração: Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Sistema Agropastoril; Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Sistema Silvipastoril; Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Sistema Silviagrícola; e, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Sistema Agrossilvipastoril (BALBINO et al., 2011a).

cujo foco predominante é a pecuária, os principais fatores motivadores para a adoção do sistema foram a redução de impactos ambientais, entendida como uma preocupação de adequar ambientalmente a atividade diante das pressões da sociedade e dos mercados e o interesse dos pecuaristas na recuperação das pastagens. Já entre os produtores de grãos, os principais fatores que justificaram a adoção estão diretamente relacionados ao aumento da produtividade e ao incremento na resiliência dos sistemas produtivos com conseqüente diminuição dos riscos financeiros na atividade (Embrapa, 2016).

Este aumento de interesse pelos sistemas de integração demanda cada vez mais a existência e a consolidação de políticas públicas, de parcerias, de crédito e de ações de fomento direcionadas à expansão deste tipo de produção.

Políticas Públicas de Fomento à Adoção de Sistemas de Integração

Os sistemas de integração são dinâmicos e complexos, em virtude das interações entre culturas, animais e diversas práticas. Por serem dinâmicos, esses sistemas necessitam de pesquisas científicas e tecnológicas contínuas. Faz-se necessária também a criação de políticas públicas, para que os agricultores consigam superar barreiras econômicas e barreiras operacionais, e também investimentos em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e de escolas profissionalizantes da área agropecuária (Balbino et al., 2011b).

Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

O Brasil é um dos países emergentes que não foram obrigados a fixar metas de redução de emissões de GEE em acordos internacionais. Entretanto, apresentou um conjunto de ações voluntárias estabelecidas para reduzir suas emissões de GEE durante a realização da 15a Conferência entre Partes (COP-15) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em Copenhagen, Dinamarca (Brasil, 2010a, 2012).

Desta forma, o País assumiu compromissos que prevêem a redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1.168 e 1.259 milhões de toneladas de CO_2eq[2] do total das emissões estimadas para o ano de 2020. Para tanto, foram propostas a redução do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, a ampliação da eficiência energética e a adoção de práticas sustentáveis na agricultura. O setor agropecuário contribuirá com a redução de 22,5% dessas emissões (em torno de 132,9 a 162,9 milhões de toneladas de CO_2eq), por meio da adoção de tecnologias sustentáveis (Tabela 1). Os sistemas de integração fazem parte destas tecnologias, cuja contribuição na mitigação de GEE se daria pela expansão da área de adoção em 4 milhões de hectares (Brasil, 2010a, 2012).

[2] Dióxido de carbono equivalente: medida utilizada para comparar as emissões de vários GEE baseadas no *Global Warming Potential* (ou Potencial de Aquecimento Global).

Tabela 1. Processo tecnológico agrícola, compromisso brasileiro (aumento da área de adoção ou uso, em hectares e m³) e potencial de mitigação (em milhões de toneladas de CO_2eq) do processo.

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área/uso em hectares)	Potencial estimado de Mitigação (milhões ton CO_2 eq)
Recuperação de Pastagens Degradadas[1]	15,0 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta[2]	4,0 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto	8,0 milhões ha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 milhões ha	10
Florestas Plantadas[3]	3,0 milhões ha	-
Tratamento de Dejetos Animais[4]	4,4 milhões m3	6,9
TOTAL	**35,5 milhões ha**	**132,9 a 162,9**

[1] Por meio do manejo adequado e adubação.
[2] Incluindo sistemas agroflorestais (SAFs).
[3] Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia; e, não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.
[4] Compromisso expresso em volume (m³) de dejetos de animais tratados.
Fonte: Brasil (2010a, 2012)

Esses compromissos foram ratificados no artigo 12 da Lei que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC (Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009). Consta nesta legislação, que o Poder Executivo estabeleceria "*Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando a Consolidação de uma Economia de Baixo Consumo de Carbono*" em setores da economia, inclusive na agricultura (Brasil, 2009).

Em 9 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto no 7.390 que regulamenta alguns artigos da Lei no 12.187. Para efeito desta regulamentação, no caso específico da agricultura, ficou estabelecido que fosse constituído o "*Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*" (Brasil, 2010a), posteriormente, denominado "Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)" coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) (Brasil, 2012).

O objetivo geral do Plano ABC é promover a mitigação da emissão dos GEE na agricultura no âmbito da PNMC, melhorando a eficiência no uso de recursos naturais, aumentando a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. O Plano ABC é composto por sete programas, seis deles referentes às tecnologias de mitigação, e ainda um último programa com ações de adaptação às mudanças climáticas. Em cada programa deste plano se propõe a adoção de uma série de ações, como por exemplo, fortalecimento das organizações de assistência técnica e extensão rural oficial, capacitação e informação, estratégias de transferência de tecnologia, tais como dias-de-campo, palestras, seminários, *workshops*, implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URTs)[3], além de campanhas de divulgação e

[3] Unidade de Referência Tecnológica (URT) é um modelo físico de sistemas de produção, implantado em área pública ou privada, visando à validação, demonstração e transferência de tecnologias geradas, adaptadas e/ou recomendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) para a região.

chamadas públicas para contratação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). O Programa 2 é dedicado à sistemas de integração entre lavoura, pecuária e/ou floresta e Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Brasil, 2012).

Além de ações típicas de transferência de tecnologias, serão realizadas ações em termos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, incentivo a mecanismos de certificação, redução de custos de escoamento e agregação de valor, disponibilização de insumos básicos e inoculantes para agricultores familiares e de assentados da reforma agrária, fomento a viveiros florestais, redes de coleta de sementes de espécies nativas, disponibilização de linhas crédito rural, entre outras (Brasil, 2012).

Por sua vez, Cordeiro et al. (2011) afirmam que o Plano ABC é um conjunto de ações que promovem a "baixa" emissão de GEE pelo setor agropecuário, e não a "nula" emissão, o que seria impossível na prática. Os autores também lembram que o Plano ABC tem por objetivo garantir o aperfeiçoamento continuo e sustentado das práticas de manejo que reduzam a emissão dos GEE e, adicionalmente, que aumentem a fixação atmosférica de CO_2 na vegetação e no solo dos setores da agricultura brasileira.

O Plano ABC é considerado um instrumento de política pública que traz uma visão diferente de se fazer agricultura no Brasil e nos trópicos. Busca incentivar o investimento em tecnologias sustentáveis com a adoção de boas práticas agrícolas e a integração de sistemas produtivos capazes de aumentar a produção e, com isso, abastecer o mercado interno, exportar mais, melhorar a renda e o bem-estar social e econômico do produtor e da população, além de preservar os recursos naturais e manter o equilíbrio ambiental com a conseqüente redução da emissão dos GEE (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2012).

A importância do Plano ABC para o agronegócio brasileiro foi ratificada e ampliada na COP-21 através da iNDC para o setor agropecuário, tornando o Plano ABC, e consequentemente a linha de crédito do Programa ABC, o principal instrumento em busca de uma agricultura sustentável (Machado, 2016).

Assim, após a COP-21 ocorreu a ratificação do Acordo de Paris sobre Mudança do Clima pelo governo brasileiro, em 2016. Neste evento, o Brasil apresentou a "pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada" (*intended Nationally Determined Contribution – iNDC*) e uma nova meta total de redução de emissões de GEE, de 37% até 2025 e 43% até 2030. Para a agropecuária está previsto o fortalecimento das ações do Plano ABC, como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da recuperação adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta até 2030 (República Federativa do Brasil, 2015). Ao ratificar o acordo, a meta brasileira transforma-se internamente em lei e em política pública, e neste sentido, o que eram metas pretendidas ou iNDCs passaram a denominar-se NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas).

Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

Além do Plano ABC, também já foram implantadas ações voltadas a oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores, como o Programa ABC (Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura), que é uma linha de crédito oficial instituída no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 pelo MAPA, aprovada pela Resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN) e do Banco Central do Brasil BACEN no 3.896 de 17/08/10, no âmbito dos programas com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Brasil, 2010b; Banco Central do Brasil, 2010).

O Programa ABC pretende beneficiar o público da agricultura empresarial e tem por finalidade financiar investimentos fixos e semifixos (e custeio associado) destinados à recuperação de pastagens degradadas, à implantação de sistemas de integração (lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta) e à implantação e manutenção de florestas comerciais ou destinadas à recomposição de reserva legal ou áreas de preservação permanente (Brasil, 2010b, 2012).

Os objetivos do Programa ABC são: reduzir as emissões de GEE oriundas das atividades agropecuárias; reduzir o desmatamento; aumentar a produção agropecuária em bases sustentáveis; adequar as propriedades rurais à legislação ambiental; ampliar a área de florestas cultivadas; e, estimular a recuperação de áreas degradadas (BNDES, 2017).

Segundo Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2012) o Programa ABC viabilizará inúmeros benefícios para a sociedade brasileira, contribuindo para a melhoria da imagem do agronegócio brasileiro, que pode ser ao mesmo tempo empresarial e sustentável. Por meio desse programa, o Brasil poderá acelerar a adoção de um portfólio de tecnologias, muitas já conhecidas, incorporando, oportunamente, o desejável e pertinente discurso de tecnologias "ecoamigáveis" a uma decisão (adoção) de natureza predominantemente econômica. A partir dele será possível abandonar definitivamente o modelo de agricultura extrativista de produção, praticado, ainda, por muitos agricultores brasileiros que, por vários motivos, não têm tido acesso a tecnologias "ecoamigáveis". Com os recursos de crédito do Programa ABC, o Brasil poderá mostrar ao mundo que é possível utilizar processos de produção de alimentos com baixa dependência de insumos externos, aliando práticas conservacionistas de solo e de água (os dois maiores e principais bens de uma propriedade rural) e atingindo, inclusive, requisitos de sustentabilidade e desenvolvimento de modelos de certificação. Desta forma, o incentivo à adoção de sistemas sustentáveis de produção é algo imprescindível para o futuro da agropecuária nacional.

Segundo BNDES (2017), o Programa ABC financia investimentos destinados a projetos de tecnologias sustentáveis de produção, sendo subdividido nas seguintes modalidades: recuperação de pastagens degradadas (ABC Recuperação); implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária (ABC Orgânico); implantação e melhoramento de sistemas plantio direto na palha (ABC Plantio Direto); implantação e melhoramento de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta e de sistemas agroflorestais (ABC Integração); implantação, manutenção e melhoramento do manejo de florestas comerciais (ABC Florestas); adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação

da reserva legal, de áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável (ABC Ambiental); implantação, manutenção e melhoramento de sistemas de tratamento de dejetos e resíduos oriundos de produção animal para geração de energia e compostagem (ABC Tratamento de Dejetos); implantação, melhoramento e manutenção de florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas (ABC Dendê); estímulo ao uso da fixação biológica do nitrogênio (ABC Fixação); e, Implantação, melhoramento e manutenção de plantações de açaí, cacau, oliveira e nogueira (ABC Cultivos Permanentes).

Podem ser financiados os seguintes itens, desde que vinculados a projetos em conformidade com os empreendimentos apoiáveis (BNDES, 2017): elaboração de projeto técnico e georreferenciamento das propriedades rurais, inclusive despesas técnicas e administrativas relacionadas ao processo de regularização ambiental; assistência técnica; realocação de estradas internas; aquisição de insumos e pagamento de serviços destinados a implantação e manutenção dos projetos financiados; pagamento de serviços destinados à conversão para a produção orgânica e sua certificação; aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (calcário e outros); marcação e construção de terraços e implantação de práticas conservacionistas do solo; adubação verde e plantio de cultura de cobertura do solo; aquisição de sementes e mudas para a formação de pastagens e de florestas; implantação de viveiros de mudas florestais; operações de destoca; implantação e recuperação de cercas; aquisição de energizadores de cerca; aquisição, construção ou reformas de bebedouros e de saleiros ou cochos para sal aquisição de bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos, para reprodução, recria e terminação, e sêmen, óvulos e embriões dessas espécies, limitada a 40% do valor financiado; aquisição de máquinas, implementos e equipamentos de fabricação nacional, inclusive para a implantação de sistemas de irrigação, para a agricultura e pecuária, biodigestores, máquinas e equipamentos para a realização da compostagem e para produção e armazenamento de energia, limitados a 40% do valor do financiamento, cujo limite pode ser de até 100% do valor do financiamento; construção e modernização de benfeitorias e de instalações, na propriedade rural; despesas relacionadas ao uso de mão-de-obra própria.

Também poderá ser financiado custeio associado ao projeto de investimento, limitado a até 30% do valor financiado, podendo ser ampliado para até 35% do valor financiado, quando destinado à implantação e manutenção de florestas comerciais ou recomposição de áreas de preservação permanente ou de reserva legal; ou, até 40% do valor financiado, quando o projeto incluir a aquisição de bovinos, ovinos e caprinos, para reprodução, recria e terminação, e sêmen dessas espécies (BNDES, 2017).

O Programa ABC disponibilizou, na época de sua criação em 2010, o montante de R$ 2 bilhões com juros de 5,5% ao ano, tanto para a implantação e ampliação das tecnologias direcionadas para uma baixa emissão de GEE com taxas mais atrativas e prazos mais longos de pagamento (Brasil, 2010b, 2012).

Do volume total de recursos de R$ 197 bilhões necessários para a execução do Plano ABC, estima-se que R$ 157 bilhões seriam recursos disponibilizados via crédito rural (Programa ABC e outros), para financiar as atividades necessárias ao alcance das metas físicas de cada

programa. Os recursos para o financiamento são oriundos de diversas fontes (BNDES e recursos próprios dos bancos públicos), sendo que sua aplicação resulta em despesas para a União, na forma de equalização, com valor total estimado em torno de R$ 33 bilhões, oriundos do Orçamento Geral da União (Brasil, 2012, 2017). Fazendo-se um balanço do Programa ABC (Tabela 2), percebe-se que ainda existe a necessidade de aumentar muito a utilização de recursos oficiais para fomento das tecnologias do Plano ABC. Em torno de 25,67 bilhões de reais foram disponibilizados até a safra 2017-2018, sendo utilizados em torno de 12,54 bilhões de reais.

Tabela 2. Juros de crédito rural (% ao ano) cobrados pelo Programa ABC e por outras linhas de crédito; valores (em bilhões de reais) disponibilizados e utilizados pelo Programa ABC; e, número de contratos fechados para financiamento pelo Programa ABC por safra ou ano agrícola.

Safra ou Ano Agrícola	Juros a.a. (ABC)	Juros a.a. (demais linhas)	Valor Disponibilizado (ABC)[1]	Valor Utilizado (ABC)[1]	Número de Contratos (ABC)
2010-2011	5,5%	5,75 - 9,50%	2,00	0,59	31
2011-2012	5,5%	6,75 - 9,50%	3,15	1,51	5037
2012-2013	5,0%	5,50 - 8,50%	3,40	2,86	10.117
2013-2014	5,0%	3,50 - 5,50%	4,50	2,68	10.503
2014-2015	4,5 - 5,0%	4,00 - 7,50%	4,50	3,50	14.442
2015-2016	7,5 - 8,0%	7,5 - 10,5%	3,00	1,96	6.049
2016-2017	8,0 - 8,5%	8,5 - 10,5%	2,99	1,14	2.985
2017-2018	7,5%	6,5 - 10,5%	2,13	-	-
TOTAL	**-**	**-**	**25,67**	**12,54**	**46.179**

[1] Bilhões de Reais
Fonte: Brasil (2010b).

Os procedimentos de análise de projetos pelo Programa ABC a serem seguidos são os usuais em outras linhas de crédito rural, observadas porém algumas peculiaridades. Por exemplo, deverá ser exigida do Beneficiário a apresentação de declaração a respeito do cumprimento do limite de valor de financiamento. Nos financiamentos que englobem sistemas de integração (ILP, ILF, IPF e ILPF), recuperação de pastagens, implantação de florestas comerciais e sistemas plantio direto, a concessão de financiamento está sujeita à apresentação, além dos exigidos normalmente, dos seguintes documentos ao Agente Financeiro: i) projeto técnico específico, assinado por profissional habilitado, contendo obrigatoriamente, identificação do imóvel e da sua área total; ii) croqui descritivo e histórico de utilização da área, contendo, no mínimo, quatro pontos do perímetro da citada área aferidos por Sistema de Posicionamento Global (GPS) de navegação ou instrumento de aferição mais precisa; iii) comprovantes de análise de solo e da respectiva recomendação agronômica, contendo teor de matéria orgânica do solo, além dos itens usuais; e, iv) plano de manejo agropecuário, agroflorestal ou florestal (BNDES, 2017).

Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Em 29 de abril de 2013, a Presidência da República sancionou a Lei Federal no 12.805 que institui a "Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta" e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Os objetivos desta legislação incluem: melhorar de forma sustentável a produtividade, a qualidade dos produtos e a renda das atividades agropecuárias, por meio da aplicação de sistemas integrados de exploração de lavoura, pecuária e floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais; mitigar o desmatamento e contribuir para a manutenção das áreas de preservação permanente e reserva legal; e, fomentar novos modelos de uso da terra, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental (Brasil, 2013).

Além disso, esta lei visa estimular atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, assim como atividades de transferência de tecnologias voltadas para o desenvolvimento de sistemas de produção que integrem, entre si, ecológica e economicamente, a pecuária, a agricultura e a floresta (Brasil, 2013).

Outro objetivo da lei é promover a recuperação de áreas de pastagens degradadas, por meio de sistemas produtivos sustentáveis, principalmente da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, apoiando a adoção de práticas e de sistemas agropecuários conservacionistas que promovam a melhoria e a manutenção dos teores de matéria orgânica no solo, assim como a redução da emissão de GEE (Brasil, 2013).

Com tudo isso, a lei visa ainda diversificar a renda do produtor rural e fomentar novos modelos de uso da terra, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental, bem como difundir e estimular práticas alternativas ao uso de queimadas na agropecuária, com vistas a mitigar seus impactos negativos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, reduzir seus danos sobre a flora e a fauna e as emissões de GEE (Brasil, 2013).

Por fim, a lei pretende fomentar a diversificação de sistemas de produção com inserção de recursos florestais, visando à exploração comercial de produtos madeireiros e não madeireiros por meio da atividade florestal, a reconstituição de corredores de vegetação para a fauna e a proteção de matas ciliares e de reservas florestais, ampliando a capacidade de geração de renda do produtor, além de estimular e difundir sistemas agrossilvipastoris aliados às práticas conservacionistas e ao bem-estar animal (Brasil, 2013).

Esta legislação estabelece novas atribuições para o poder público referentes ao fomento da adoção de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta enquanto estratégia de produção (Brasil, 2013). Entre elas estão: definir planos de ação regional e nacional para expansão e aperfeiçoamento dos sistemas, com a participação das comunidades locais; estimular a adoção da rastreabilidade e da certificação dos produtos pecuários, agrícolas e florestais oriundos de sistemas integrados de produção; capacitar os agentes de extensão rural, públicos, privados ou do terceiro setor, a atuarem com os aspectos ambientais e econômicos dos processos de diversificação, rotação, consorciação e sucessão das atividades de agricultura, pecuária e floresta; criar e fomentar linhas de crédito rural consoantes com os objetivos e princípios da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e com os interesses da sociedade; estimular a produção

integrada, o associativismo, o cooperativismo e a agricultura familiar; promover a geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias; fiscalizar a aplicação dos recursos provenientes de incentivos creditícios e fiscais; difundir a necessidade de racionalização do uso dos recursos naturais nas atividades agropecuárias e florestais, por meio da capacitação de técnicos, produtores rurais, agentes do poder público, agentes creditícios, estudantes de ciências agrárias, meios de comunicação e outros; assegurar a infraestrutura local necessária aos mecanismos de fiscalização do uso conservacionista dos solos; estimular a mudança de uso das terras de pastagens convencionais em pastagens arborizadas para a produção pecuária em condições ambientalmente adequadas, a fim de proporcionar aumento da produtividade pelas melhorias de conforto e bem-estar animal; e, estimular e fiscalizar o uso de insumos agropecuários.

Desta forma, essa lei se torna um importante instrumento para apoiar políticas públicas para a ampliação da adoção de sistemas de integração em todo o território brasileiro. Em sua execução, a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta utilizará os instrumentos da Política Agrícola, instituídos pela Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, e da Política Nacional do Meio Ambiente, instituídos pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e os financiamentos do Sistema Nacional de Crédito Rural, nos termos das Leis nos 4.595, de 31 de dezembro de 1964, e 4.829, de 5 de novembro de 1965 (Brasil, 2013).

Outras Políticas Públicas de Fomento à Integração Lavoura-Pecuária--Floresta

O MAPA firma convênios e acordos de cooperação técnica com órgãos, entidades e instituições públicas e privadas como estratégia para a capacitação de pessoal e como forma de incentivar a prática de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta entre os produtores rurais. Estes programas são desenvolvidos pela Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI) do MAPA..

Entre as ações em execução pelo MAPA, vale destacar a instituição do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia (PRADAm). Elaborado em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a FAO (*Food and Agriculture Organization*)[4] e o Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), o PRADAm visa recuperar 5 milhões de hectares. Entre as tecnologias aplicáveis, destacam-se a agricultura orgânica, sistemas de produção integrada, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Sistema Plantio Direto e SAFs. A capacitação de produtores e assistentes técnicos, bem como o uso de estratégias específicas para a redução dos custos de transporte dos insumos e de escoamento também fazem parte do PRADAm.

O MAPA também coordena em conjunto com a Embrapa e com o Serviço Brasileiro de Aprendizagem Rural (SENAR) o projeto "ABC Cerrado", que é parte do Plano de Investimentos do Brasil junto ao Programa de Investimentos Florestais (*FIP - Forest Investment Program*, na sigla em inglês), que por sua vez é um dos fundos de mudanças climáticas hospedados no Banco Mundial, tendo como principal objetivo apoiar os esforços dos países em desenvolvimento para reduzir emissões de GEE por desmatamento e degradação florestal.

[4] Órgão Mundial para Agricultura e Alimentos da Organização das Nações Unidas (ONU), com sede em Roma, Itália.

O objetivo geral do Projeto ABC Cerrado é promover a adoção de tecnologias agrícolas sustentáveis de baixa emissão de carbono por produtores agropecuários de médio porte no Cerrado, com consequente aumento das áreas que utilizam esses sistemas. Uma das principais tecnologias componentes do projeto são os sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta.

Estes sistemas também compõem um dos pilares do programa "Produção Integrada de Sistemas Agropecuários em Microbacias Hidrográficas (PISA)", também sob coordenação do MAPA, cujo objetivo é promover o desenvolvimento sustentável no âmbito da microbacia hidrográfica como unidade básica de planejamento, por meio da difusão de tecnologias sustentáveis e transformação do processo produtivo, para obtenção de alimentos seguros, com qualidade, competitividade, e geração de emprego e renda em diversas regiões brasileiras.

Outro exemplo, em que ocorreu o fomento da Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta, é a Operação Arco Verde (OAV), coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e pela Casa Civil da Presidência da República, que teve como objetivos a promoção de modelos produtivos sustentáveis nos municípios prioritários para o controle e a redução do desmatamento na Amazônia Legal.

Outras políticas públicas são o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), envolvendo diretamente ações destinadas à recuperação de pastagens degradadas e à adoção de sistemas de integração, que possibilitam a diminuição na pressão por desmatamento de novas áreas.

Como um exemplo de política estadual, a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) em conjunto com a EMATER-MG, dentro do plano de ação "Integração Lavoura, Pecuária e Floresta em Propriedades Rurais", implantou em diversos municípios do Estado de Minas Gerais, 264 Unidades Demonstrativas (UD) de sistemas de ILPF com as culturas do eucalipto, milho e braquiária. Estas UDs foram implantadas nos anos de 2010 e 2011 e o componente florestal (eucalipto) foi implantado em diversos arranjos espaciais, predominando o arranjo 10 m x 4 m, baseado na experiência de sucesso deste modelo desenvolvido pela Votorantin Metais no município de Vazante, MG (Gontijo Neto et al., 2014).

Já no Estado de São Paulo foi criado em 2013 o programa "Integra São Paulo: Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)" que pretende recuperar mais de 300 mil hectares de áreas e pastagens degradadas dentro de sete anos da criação do mesmo. Os financiamentos serão obtidos por meio do Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (FEAP), que disponibilizará duas linhas de crédito especiais: a primeira é a linha de Subvenção para Recuperação de Áreas Degradadas por Grandes Erosões (RADGE), com teto de R$ 10 mil por produtor, que podem ser utilizados em ações de correção de solo e controle de voçorocas. A segunda é a linha de crédito Projeto "Integra SP", que financiará desde o processo de adubação e cobertura de solo até a implantação de sistemas integrados de produção. O limite era de R$ 100 mil e passou para R$ 200 mil por produtor, com juros de 3% ao ano e prazo de oito anos para pagamento, podendo ser estendido até 12 anos

quando o projeto incluir o cultivo de floresta, inclusa a carência de até 4 anos. A execução conta com apoio da equipe de técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que é responsável pela elaboração do projeto em parceria com o produtor rural, para traçar o plano de trabalho mais adequado para cada propriedade. Para o desenvolvimento, estão previstas instalações de 250 UDs, tanto em fazendas pertencentes ao Estado como em propriedades rurais privadas, com a função de demonstrar e transferir a tecnologia do Projeto. Além disso, está prevista a capacitação de 125 técnicos da Secretaria Estadual de Agricultura, que serão responsáveis pela implantação e por oferecer assistência técnica diretamente aos produtores rurais. Será realizada também a capacitação e disponibilização de recursos para 4 mil produtores, além da elaboração de 450 projetos que poderão contemplar desde a reforma da pastagem até a adoção de sistemas integrados (São Paulo, 2013, 2017).

Transferência de Tecnologia e Fomento à Adoção de Sistemas de Integração

Os sistemas de integração envolvem a coexistência espaço-temporal de diferentes componentes e atividades (agrícola, pecuária e florestal), sendo, portanto, sistemas mistos, mais complexos e mais dependentes de tecnologia e conhecimentos. Parte desses conhecimentos é gerada pelos centros de pesquisa e universidades; porém, muitos conhecimentos são também gerados pelas experiências dos próprios agricultores. Dessa forma, também a integração entre os atores (pesquisadores, professores, técnicos, empresários e produtores rurais) permite produzir inovações apropriadas, encurtando, assim, o tempo para a sua adoção. Essa maior integração deverá contemplar a capacitação contínua de multiplicadores e a avaliação dos processos e das atividades empregados na transferência de conhecimento e tecnologia, baseada em demandas e considerações a partir da prospecção junto aos atores envolvidos. São aspectos que transcendem os referenciais agronômico, florestal e zootécnico que também deverão ser considerados na adaptação e na aplicação desse tipo de sistema às diferentes unidades de produção e regiões brasileiras. Dessa forma, fazem-se necessárias diferentes ações de transferência de tecnologia com objetivo principal de capacitar continuamente, de forma teórica e prática, tanto os técnicos como os produtores rurais para a adequada adoção de sistemas de integração (Cordeiro et al., 2015b).

As instituições públicas e privadas envolvidas no processo de geração de tecnologias para Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta podem contribuir para o aumento de sua adoção pelos esforços tanto de comunicação como de transferência de tecnologia. Muitas ações já vêm sendo desenvolvidas, por exemplo, pela Embrapa e por diversas instituições parceiras em todas as regiões brasileiras, mas que precisam ser intensificadas com objetivo de aumentar a produção sustentável no agronegócio nacional.

O desafio atual é de ampliar ações compartilhadas com instituições públicas e privadas, bem como fortalecer a rede de diferentes atores envolvidos na difusão de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta.

A Embrapa iniciou suas primeiras atividades de pesquisa e transferência de tecnologia para sistemas de integração com o "Sistema Barreirão" nas décadas de 1970 e 1980, e

posteriormente em 2005 com o Programa de Transferência de Tecnologia para a Integração Agricultura-Pecuária (PROTILP). Em seguida estabeleceu-se um projeto de transferência de tecnologia com recursos alocados pela Embrapa, que foram complementados pela assinatura de convênio com a empresa Bunge. Esse projeto iniciou-se em abril de 2008, com atividades voltadas para a organização da informação, formação de técnicos multiplicadores, realização de eventos técnicos e promocionais, capacitação e geração de publicações técnicas e de caráter didático e implantação de URTs (Kluthcouski et al., 1991; Kluthcouski; Aidar, 2003; Balbino et al., 2011c).

As URTs imprimem capilaridade suficiente para disseminar os conceitos inerentes à sistemas de integração, transferir os sistemas e as tecnologias necessários e adequados a cada ecorregião e promover a inovação e a sustentabilidade agrícola. A URT de ILPF objetiva reproduzir sistemas de produção diversificados de grãos, fibra, carne, leite, lã, produtos florestais, dentre outros, realizados na mesma área, em plantio consorciado, em sucessão ou rotação, porém em escala reduzida. Os sistemas são implantados de forma a maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes, otimizando a utilização de agroquímicos e aumentando a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra. Com esse propósito, a URT induz ao desenvolvimento de uma estratégia produtiva adaptada às peculiaridades de cada região. A URT não pretende ser "o modelo" para a região, mas sim uma referência tecnológica de uso dos recursos da região de forma integrada e sustentável. Ao estabelecer exemplos de funcionamento dos sistemas de produção e das tecnologias mais adequadas às condições locais, favorece a adoção de novas técnicas, atitudes e/ou comportamentos, fato que implica em mudanças na visão dos produtores e técnicos e sua relação com o meio de produção (Balbino et al., 2011d).

Atualmente, no âmbito da Embrapa, existem diversos projetos regionais e um grande projeto nacional de transferência de tecnologia em rede para fomento da adoção de sistemas de integração em todo o território nacional. Nesse projeto nacional (Macroprograma 4 em Rede TT-ILPF), a estratégia de transferência de tecnologias de sistema de integração fundamenta-se em três grandes processos ou frentes de trabalho (Cordeiro et al., 2015b): i) implantação e condução de um sistema de integração promissor nas URTs alocadas estrategicamente nos principais pólos agroeconômicos de cada estado da Federação; ii) capacitação continuada de agentes multiplicadores no tema de sistema de integração selecionados em cada pólo agroeconômico contemplado com URT; iii) ações de sensibilização, motivação, difusão e transferência de tecnologia em sistema de integração em cada pólo agroeconômico contemplado com URT. Nesse projeto e em outras ações de transferência de tecnologia, é de suma importância as parcerias nacionais e regionais, inclusive a parceria direta com produtores rurais.

Além disso, neste projeto constituiu-se, em sua estratégia de ação, um alinhamento entre políticas públicas e privadas e com as diretrizes do Portfólio de Pesquisa em ILPF. Igualmente, o projeto visa à continuidade das ações de transferência de tecnologia em rede já iniciadas em todo o território nacional. Devido às experiências anteriores e às características dos diversos sistemas de integração, é primordial o fortalecimento de uma rede de informações técnico-científicas como principal elemento catalisador e propulsor do processo de inovação.

Ações Privadas e Parcerias Público-Privadas de fomento à Integração Lavoura- Pecuária-Floresta

Programa de Fomento à Adoção da ILPF da COCAMAR

A Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta ganhou força na região Noroeste do Paraná graças a um Programa de Fomento à Adoção da ILPF estruturado pela COCAMAR Cooperativa Agroindustrial, em Maringá-PR. Desde 1997, a COCAMAR vem difundindo os sistemas de integração, no Noroeste paranaense, com o apoio do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Embrapa, Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Instituto Emater. Dados da cooperativa apontam que o Noroeste do Paraná, com 110 municípios, possui cerca de 1,8 milhão de hectares com potencial de aproveitamento para a ILPF (COCAMAR, 2015).

A COCAMAR incentiva a Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta entre seus associados, mantendo uma unidade própria para a difusão desse sistema em Iporã-PR, a 50 quilômetros de Umuarama-PR, onde todos os anos, no mês de fevereiro, promove um dia de campo para demonstrar os resultados dos sistemas de integração, com a integração da pecuária com soja e também o cultivo de eucalipto. Em 2015, a cooperativa registrou mais de 60 mil hectares cultivados com integração na região da COCAMAR. Dois anos antes eram 45 mil hectares, o que indica que esta política privada tem surtido efeito (COCAMAR, 2015).

Rede de Fomento à Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta

A Rede de Fomento à Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, ou Rede de Fomento ILPF, é uma parceria público-privada que busca fortalecer e oferecer suporte aos sistemas de integração. O objetivo principal da Rede é de acelerar o aumento da adoção de todos os sistemas de integração (ILP, IPF, ILF e ILPF) em diferentes regiões do Brasil, tendo sido constituída pela união de esforços da Embrapa e de instituições parceiras, estabelecida mediante a assinatura do Acordo de Cooperação Geral datado de 25 de abril de 2012 (Embrapa, 2017).

Atualmente, a Rede é composta pela Embrapa e por cinco empresas privadas parceiras: John Deere, Syngenta, COCAMAR, Parker e a Dow Agrosciences (Embrapa, 2017). Outras instituições poderão compor a Rede e se tornarem parceiras desta iniciativa, mediante adesão ao Acordo Geral de Cooperação. Cada empresa pode eleger livremente as ações, atividades e projetos que pretenda patrocinar, desde que se alinhem com a perspectiva conceitual e às orientações estratégicas e prioridades da programação de Pesquisa & Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da Embrapa.

A Rede de Fomento ILPF que é co-financiada pelas empresas privadas e pela Embrapa, apoia uma rede com 97 URTs distribuídas em todos os biomas brasileiros e que envolve a participação de 19 Unidades de Pesquisa da Embrapa (Embrapa, 2017).

A Rede de Fomento ILPF conta com a seguinte estrutura organizacional: i) Assembleia Geral de Cooperantes, que é o órgão superior de decisão da Rede e é integrada por um

representante de cada instituição parceira; ii) Conselho Gestor, que é o órgão de gestão tática e operacional da Rede, composto por representantes da Embrapa e por representantes das parceiras; e, iii) Administradora dos Recursos, que no caso é a Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica (Fundação Eliseu Alves), que exerce a administração dos recursos financeiros por meio de Planos de Trabalho aprovados pela Rede.

Considerações Finais

Os sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta, enquanto estratégias de produção e intensificação sustentável tem recebido grande apoio em ações de fomento para aumento da sua adoção por produtores rurais em todas as regiões brasileiras.

Várias políticas públicas em torno deste tema foram criadas no Brasil, como o Plano ABC, o Programa ABC, a Política Nacional de ILPF e outros programas governamentais nacionais e estaduais.

Além disso, existem ações privadas de fomento à adoção de sistemas de integração. A Rede de Fomento ILPF é uma parceria público-privada que reúne importantes empresas e a Embrapa num esforço para ampliar a adoção de sistemas de integração em todo o Brasil, que já atinge 11,5 milhões de hectares.

Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução n. 3.896 de 17 de agosto de 2010**. Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). Brasília, DF, 2010. 4 p.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco Referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011a.130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011b.

BALBINO, L. C.; MARTINEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de transferência de tecnologia de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta**: 2007-2011. Planaltina: Embrapa Cerrados; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011c. 52 p.

BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual orientador para implantação de Unidades de Referência Tecnológica de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – URT iLPF**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011d. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

BNDES. **Circular SUP/AOI n. 18/2017**. Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC. Rio de Janeiro: BNDES / Área de Operações Indiretas (AOI), 2017. 17 p.

BRASIL. Decreto no 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 dez. 2010a.

BRASIL. Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção Extra, Coluna 2, p. 109, 29 dez. 2009.

BRASIL. Lei no 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011**. Brasília, DF: MAPA / Secretaria de Política Agrícola (SPA), 2010b. 48 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 172 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>. Acesso em: 14 fev. 2017.

COCAMAR. **Impulsionada pela cooperativa, ILPF ganha força no noroeste paranaense**. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/cocamar-impulsionada-pela-cooperativa-ilpf-ganha-forca-no-noroeste-paranaense-121853>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Guia de financiamento para agricultura de baixo carbono**. Brasília, DF, 2012. 44 p.

CORDEIRO, L. A. M.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; DOMIT, L. A.; SILVA, P. C.; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SKORUPA, L. A.; WRUCK, F. J. Transferência de tecnologias para adoção da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 377-393. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SÁ, J. C. M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JÚNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O Aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011. 75 p.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, jan./ago. 2015a.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

EMBRAPA. **Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares**. Disponível em: <https://www. embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares>. Acesso em: 03 nov. 2016.

EMBRAPA. **Rede de Fomento ILPF**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/rede-de-fomento>. Acesso em: 30 ago. 2017.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, A.; SIMÃO, E. P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 2, p. 183-191, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagem do cerrado com arroz. 1 – Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1991. 20 p. (Embrapa CNPAF. Documentos, 33).

MACHADO, M. Z. P. **Agricultura de baixa emissão de carbono**: uma investigação sobre financiamento e potenciais benefícios. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Pretendida contribuição nacionalmente determinada ara consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **São Paulo lança Projeto Integra SP (ILPF) para produção agropecuária e florestal**. Disponível em: <http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/2899-sao-paulo-lanca-projeto-integra-sp-ilpf-para-producao-agropecuaria-e-florestal>. Acesso em: 05 mar. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **FEAP (Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista)**: linhas de financiamento. Disponível em: <http://www.agricultura.sp.gov.br/quem-somos/feap-credito-e-seguro-rural/feap-linhas-de-financiamento>. Acesso em: 31 ago. 2017.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).



Davi J. Bungenstab

Capítulo 8

A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Pecuária de Corte Brasileira

Guilherme Cunha Malafaia
Denise Barros de Azevedo
Mariana de Aragão Pereira
Marcos José de Almeida Matias

Contextualização da cadeia produtiva da pecuária de corte

A cadeia da carne bovina possui posição de destaque no contexto do agronegócio brasileiro, ocupando vasta área do território nacional e respondendo pela geração de emprego e renda de milhões de brasileiros. A cadeia como um todo movimenta em torno de US$ 167,8 bilhões/ano, gera 7 milhões de empregos, US$ 16,5 bilhões de impostos agregados e tem faturamento de US$ 42 bilhões para os frigoríficos.

A cadeia produtiva de carne bovina é um conjunto de componentes interativos, com diferentes sistemas produtivos, fornecedores de serviços e insumos, indústrias de processamento e transformação, distribuição e comercialização de produtos e subprodutos, e seus respectivos consumidores finais (Figura 1).

O processo de produção de carne tem seu início no setor de insumos, que representa as empresas de bens e serviços na área de nutrição, manejo, genética e sanidade. Após, tem-se os setores produtivos, que reúnem as unidades de produção fornecedoras das matérias-primas iniciais. Os frigoríficos transformam a matéria–prima em produto acabado, sendo os responsáveis pelo avanço do produto final em direção ao consumidor por meio da distribuição para o segmento de varejo. A missão desse segmento é disponibilizar o produto final, carne bovina, de forma apresentável, higiênica e em formato útil ao consumidor. Para que este sistema funcione perfeitamente existem alguns elementos de apoio que são essenciais, pois são responsáveis pelo fluxo financeiro e de informações.

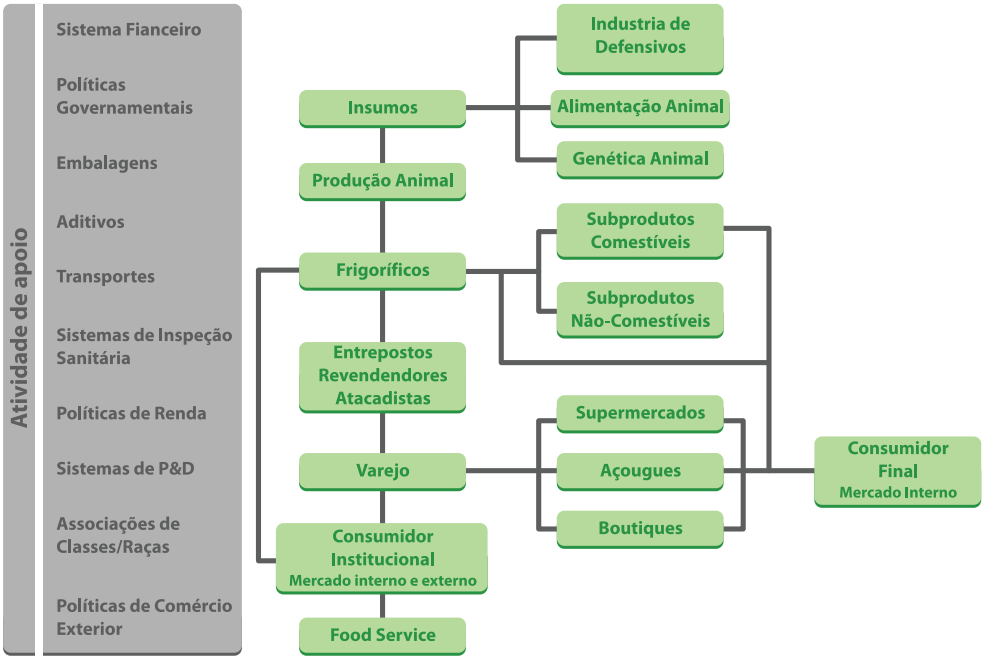


Figura 1. Estrutura da Cadeia Produtiva Da Pecuária De Corte
Fonte: Adapitado de Estudo...(2000).

O conjunto de agentes que compõe a cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira apresenta grande heterogeneidade: de pecuaristas altamente capitalizados a pequenos produtores empobrecidos; de frigoríficos com alto padrão tecnológico, capazes de atender a uma exigente demanda externa, a abatedouros que dificilmente preenchem requisitos mínimos da legislação sanitária.

Parte disso é fruto do ambiente institucional no qual essa cadeia se insere. Aspectos ligados com o comércio exterior, a evolução macroeconômica, a inspeção, a legislação e a fiscalização sanitárias, disponibilidade e confiabilidade de informações estatísticas, legislação ambiental, mecanismos de rastreabilidade e certificação, sistemas de inovação, entre outros, condicionam fortemente a competitividade dessa cadeia agroindustrial.

A Figura 2 ilustra as dimensões dos elos componentes da cadeia produtiva da pecuária de corte em 2013.

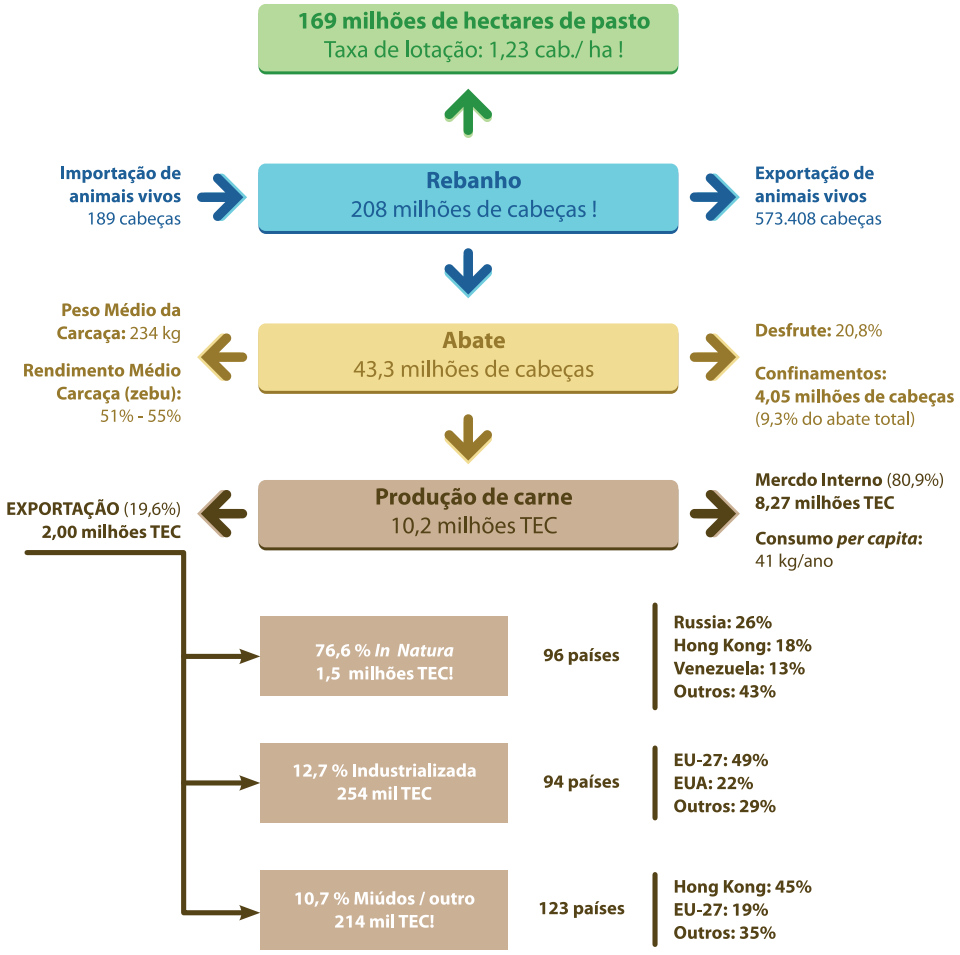


Figura 2. Perfil da Cadeia Produtiva da Pecuária de Corte Brasileira em 2013.

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (2013).

O rebanho brasileiro é o segundo maior rebanho do mundo, respondendo por 18% do efetivo mundial, atrás apenas da Índia. Segundo a CNA e ABIEC, em 2013, esse rebanho contava 208 milhões de cabeças, cuja maior concentração ocorria, e assim permanece atualmente, na região Centro-Oeste, responsável por 35% da produção; em seguida aparecem as regiões Norte (14,5%), Sul (13,8%), Nordeste (12,7%) e Sudeste (9,3%). Este volume está disperso em uma área de pastagens de aproximadamente 169 milhões de hectares, com uma taxa média de ocupação de 1,2 cabeça/hectare, proporcionando uma taxa média de desfrute de 20%.

No que se refere ao abate médio anual de animais, o volume é de 43,3 milhões de cabeças, com peso médio de carcaça de 234 quilos, rendimento de carcaça entre 51% e 55%, especialmente para animais com sangue Nelore, que é a raça predominante no país.

Estima-se que apenas 4,5 milhões de animais sejam terminados em confinamento. O volume total de abates gerou uma produção de 9,9 milhões de toneladas de equivalente carcaça (tec) em 2013, colocando o Brasil como o segundo maior produtor mundial, responsável por 16,9% da produção global, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1. Principais países produtores de carne bovina em 2013.

Posição	País	Produção (mil t eq. carcaça)	Participação %
1º	Estados Unidos	11.018	18,8
2ª	Brasil	9.900	16,9
3º	União Europeia	7.760	13,2
4º	China	5.750	9,8
5º	Índia	3.950	6,7
6º	Argentina	2.840	4,8
7º	Austrália	2.265	3,9
8º	México	1.795	3,1
9º	Paquistão	1.600	2,7
	Demais países (51)	11.747	20,0
Produção Total		**58.625**	**100,0**

Fonte: Silva (2014).

Do total produzido no Brasil, 8,27 milhões de tec (80,5%) destinam-se ao mercado interno, onde o consumo per capita gira em torno de 41 kg/ano. Este consumo fica abaixo apenas da Argentina (67,2 kg/ano), Uruguai (60 kg/ano) e Estados Unidos (42 kg/ano). O restante é exportado sob três formas: In Natura (71%), Industrializada (17%) e Miúdos (11%). Conforme a Tabela 2, o Brasil, liderou o ranking das exportações de carne bovina em 2013, sendo responsável por 21,1% do mercado mundial do produto. Os principais mercados compradores da carne brasileira in natura são: Rússia (26%); Hong Kong (18%) e Venezuela (13%). Já os principais destinos de exportação de carne brasileira industrializada são: União Europeia (UE) (27,53%) e Estados Unidos (EUA) (22%). Finalmente, a maioria dos miúdos é exportada para Hong Kong (45%), seguida da UE (19%).

Tabela 2. Principais Exportações de Carne Bovina em 2013.

Posição	País	Produção (mil t eq. carcaça)	Participação %
1º	Brasil	1.940	21,1
2ª	Índia	1.750	19,0
3º	Austrália	1.545	16,8
4º	Estados Unidos	1.043	11,3
5º	Nova Zelândia	536	5,8
6º	Uruguai	415	4,5
7º	Paraguai	325	3,5
8º	Canadá	325	3,5
9º	União Europeia	270	2,9
	Demais países (51)	1.053	11,4
Produção Total		**9.202**	**100,0**

Fonte: Silva (2014).

As projeções para a cadeia da carne bovina brasileira apontam um crescimento de 2,2% na produção entre 2010/11 e 2020/21, passando para 11,3 milhões de toneladas (Figura 3). O consumo brasileiro deve acompanhar de perto o crescimento da produção, visto que a taxa anual projetada é de 2,3%, passando de 7,3 para 9,4 milhões de toneladas por ano, conforme apresentado na Figura 3.

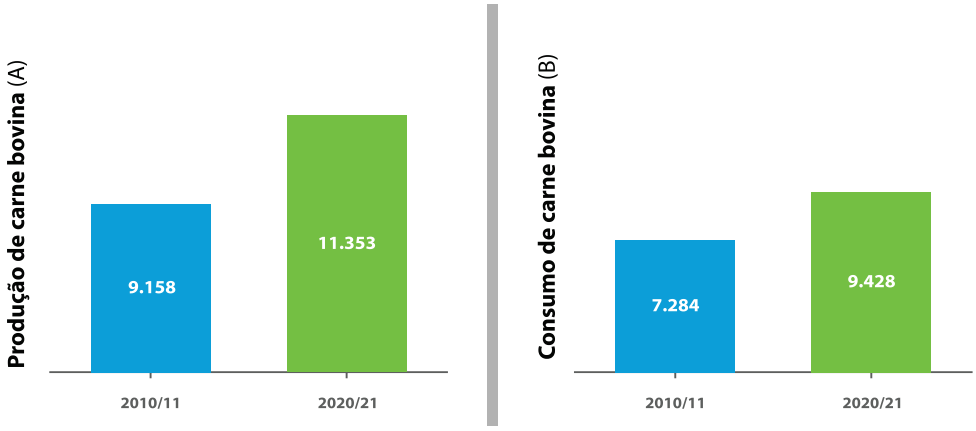


Figura 3. Projeções para a produção (A) e consumo (B) de carne bovina em 2021 no Brasil (em mil toneladas).
Fonte: Adaptado de Dossa et al. (2011).

Quanto às exportações, um quadro favorável tem se configurado para o Brasil, com crescimento anual médio esperado da ordem de 2,6% até 2021 (Figura 4). A maior participação de mercados emergentes no comércio internacional de carne bovina contribuiria para isso. Entretanto, espera-se também que as carnes de frango e de suínos apresentem maiores taxas de crescimento anual das exportações nos próximos anos – a taxa anual prevista para carne de frango é de 2,9%, e para a carne suína, de 2,8%.

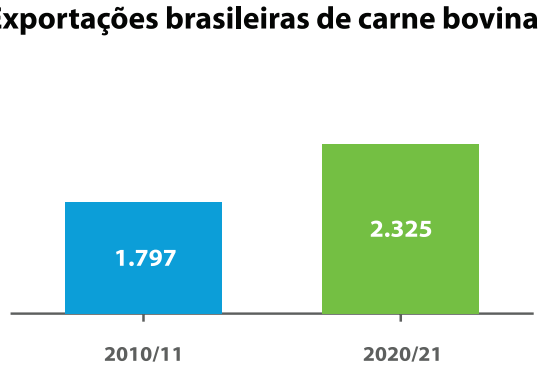


Figura 4. Projeções para exportações de carne bovina em 2021 (mil toneladas).
Fonte: Adaptado de Dossa et al. (2011).

Descrição dos sistemas produtivos de pecuária de corte

Este capítulo foi baseado no trabalho de Cezar et al. (2005) que visou descrever os sistemas de produção de gado de corte no Brasil com ênfase no regime alimentar e no abate. Segundo Euclides Filho (2000), "*entende-se por sistema de produção de gado de corte o conjunto de tecnologias e práticas de manejo, bem como o tipo de animal, o propósito da criação, a raça ou grupamento genético e a ecorregião onde a atividade é desenvolvida. Devem-se considerar, ainda, ao se definir um sistema de produção, os aspectos sociais, econômicos e culturais. Estes têm influência decisiva nas modificações que poderão ser impostas por forças externas e, especialmente, na forma como tais mudanças deverão ocorrer para que o processo seja eficaz, e as transformações alcancem os benefícios esperados. Permeando todas essas considerações, estão a definição do mercado e a demanda a ser atendida, ou seja, quais são e como devem ser atendidos os clientes ou consumidores*".

No Brasil, existe uma diversidade de sistemas de produção de pecuária de corte (www.cicarne.com.br/pecuariadecorte/). De fato, as fazendas pecuárias estão dispersas em um *continuum* que se inicia com a produção de bovinos para subsistência fazendo uso de práticas muito simples, passa por todos os níveis de incorporação de tecnologia até culminar em sistemas produtivos altamente tecnificados.

Dependendo da finalidade do rebanho, a pecuária de corte pode ser dividida em criação de animais comerciais e elite, sendo que a primeira tem como principal objetivo a produção de carne bovina de qualidade para a alimentação humana, além de fornecer matéria-prima para a indústria farmacêutica, de cosmético, de calçado, de roupas, entre outras.

Já a criação de gado elite, tem como foco central a produção de matrizes e reprodutores de alta genética para o fornecimento de animais melhoradores a rebanhos multiplicadores e comerciais.

A produção da pecuária de corte é, ainda, caracterizada pelas fases de cria, recria e engorda, as quais são desenvolvidas como atividades isoladas ou combinadas de forma a se complementarem, a saber:

- **Cria**: compreende o período de cobertura até a desmama; compõe-se do rebanho de fêmeas em reprodução e suas crias. Em sistemas de cria exclusiva, todos os machos são vendidos imediatamente após a desmama, em geral com seis a nove meses de idade. Além dos machos desmamados, são comercializados bezerras desmamadas, novilhas, vacas e touros. Em geral, as bezerras desmamadas são recriadas para reposição de matrizes ou vendidas, juntamente com novilhas jovens (um a dois anos), para reprodução, enquanto as novilhas de dois a três anos, as vacas e os touros descartados se destinam ao abate.
- **Cria e recria**: difere da anterior pelo fato de os machos serem retidos até 15 a 18 meses de idade, quando, então, são comercializados. Estes são comumente denominados garrotes.
- **Cria, recria e engorda**: considerada como atividade de ciclo completo, assemelha-se às anteriores, porém os machos são vendidos como bois gordos para abate, com idade de 15 a 42 meses, dependendo do sistema de produção em uso.
- **Recria e engorda**: essa atividade tem início com o bezerro desmamado e termina com o boi gordo. Entretanto, em função da oferta de garrotes de melhor qualidade, também pode começar com esse tipo de animal, o que, associado a uma boa alimentação, reduz o período de recria/engorda. O mesmo ocorre com bezerros desmamados de alta qualidade. Embora essa atividade tenha predominância de machos, verifica-se também a utilização de fêmeas.
- **Engorda (terminação)**: nas décadas passadas foi exercida pelos chamados "invernistas". Estes se localizavam em regiões de boas pastagens e aproveitavam a grande oferta de boi magro (24 a 36 meses de idade) da época. Atualmente, encontra-se bastante restrita como atividade isolada, sendo desenvolvida por um número reduzido de pecuaristas que também fazem a terminação de fêmeas. Essa mudança de cenário deve-se à expansão das áreas de pastagens cultivadas em regiões onde tradicionalmente não existiam e, por consequência, favorecimento da terminação nestas regiões, reduzindo a oferta de boi magro no mercado.

Uma outra forma de se classificar os sistemas produtivos baseia-se nos "regimes alimentares" dos rebanhos predominantes no País, conforme propuseram Cezar et al. (2005). Segundo esses autores, os sistemas podem ser classificados em: a) sistema extensivo - regime exclusivo de pastagem; b) sistema semi-intensivo - pastagem mais suplementação em pasto; e c) sistema intensivo - pastagem mais suplementação e confinamento. Associados ao regime alimentar, outros componentes típicos de cada sistema costumam ajudar a descrevê-los.

Os Sistemas Extensivos - são caracterizados pela utilização de pastagens nativas e cultivadas como únicas fontes de alimentos energéticos e proteicos. Entretanto, essas pastagens são normalmente deficientes em fósforo, zinco, sódio, cobre, cobalto e iodo, incluindo-se também enxofre e selênio, todos fornecidos via suplementos minerais.

Basicamente, as fontes desses elementos são fosfato monocálcico/bicálcico/monoamônico, sulfato ou óxido de zinco, sulfato de cobre, carbonato/cloreto/sulfato ou nitrato de cobalto, iodato de potássio, flor de enxofre e selenito de sódio. Esse grupo representa em torno de

80% dos sistemas produtivos de carne bovina brasileira, desenvolvendo atividades de cria a engorda, e apresenta uma alta variação de desempenho.

Tal variação é decorrente da interação entre vários fatores, como solo, clima, genótipo e manejo animal, sanidade animal, qualidade e intensidade de utilização das pastagens, além da gestão. Os sistemas extensivos são praticados em todo o País, sendo predominantes mesmo nos Estados e regiões em que se desenvolvem os sistemas semi-intensivos e intensivos.

Em algumas regiões os sistemas extensivos são absolutos (Figura 5) como, por exemplo: Cerrados de Roraima (1) e do Amapá (2), nos campos inundáveis da ilha de Marajó (3), do Baixo Amazonas (8) e do Maranhão (4), na Caatinga do Semi-Árido (5), no Pantanal (6) e no sul da Campanha Gaúcha (7).

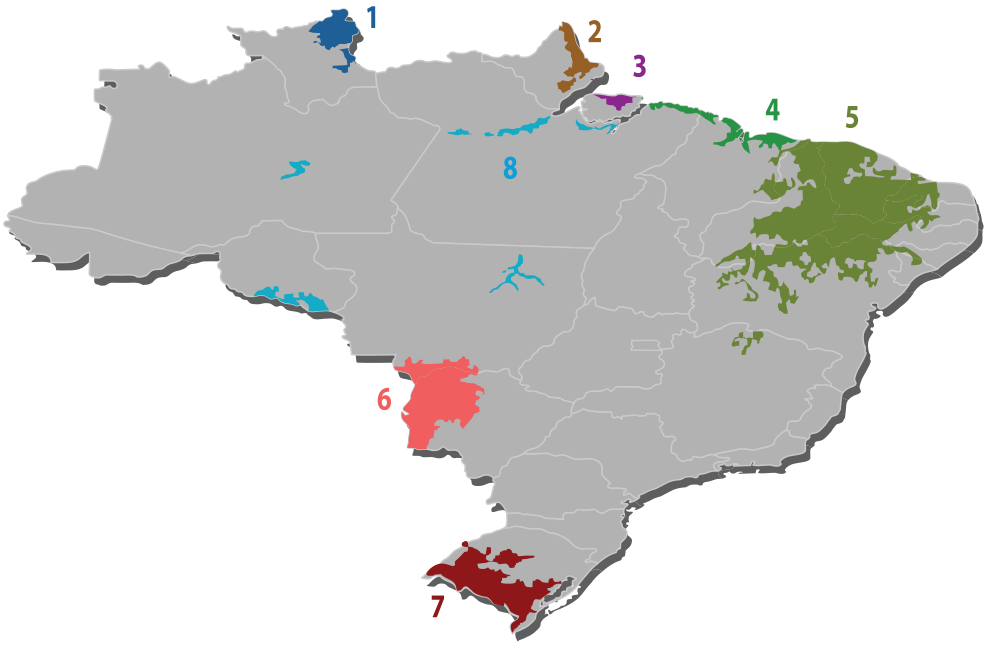


Figura 5. Regiões com predominância de pastagens nativas.
Fonte: Adaptado de Cezar et al. (2005).

Os Sistemas Semi-Intensivos - também apresentam como base alimentar as pastagens (nativas e cultivadas) e os suplementos minerais, acrescidos de suplementos proteicos/energéticos. O objetivo é alcançar uma pecuária de ciclo mais curto, suplementando os animais em suas diversas fases de crescimento (aleitamento, recria e engorda), dependendo das metas de produção de cada sistema. Existe uma diversidade de ingredientes para compor os concentrados, conforme as características regionais. As fontes energéticas mais utilizadas são milho, sorgo, aveia e milheto, e as proteicas são farelos de soja, farelos de algodão, farelos de caroço de algodão, farelos de glúten de milho, grão de soja e ureia, além de diversos subprodutos da agroindústria (farelo de arroz, farelo de trigo, polpa cítrica, polpa de tomate, casquinha de soja). Estima-se que

80% dos sistemas semi-intensivos praticados no País estão concentrados no Centro-Sul e em pequenos núcleos das regiões Norte e Nordeste.

Os Sistemas Intensivos - esses sistemas se diferenciam dos semi-intensivos por inserirem a prática de confinamento na terminação de machos (e, crescentemente, fêmeas). Esses sistemas estão quase sempre associados com o uso mais intensivo de pastagens cultivadas. No confinamento, a preocupação é reduzir custos com alimentação, procurando-se usar dietas com relação volumoso:concentrado próxima de 60:40. Entre os alimentos volumosos, predomina o uso de silagem de milho e de sorgo, a cana fresca picada e, em menor proporção, as silagens de gramíneas. Dependendo da localização, utiliza-se o bagaço de cana hidrolisado proveniente das indústrias de açúcar e de álcool. As regiões que utilizam estes sistemas são: Centro-Oeste (MS, MT e GO), Sudeste (SP e MG), Nordeste (BA), Sul (RS, PR e SC), Norte (TO) e Sudeste (RJ e ES).

A sustentabilidade como fator de competitividade para a cadeia produtiva da pecuária de corte

É sabido que as nações enfrentam desafios cada vez maiores para produzir alimentos de forma compatível com a disponibilidade de seus recursos naturais. São grandes os apelos para que seja difundido, cada vez mais, o conceito de Agricultura Sustentável, que enfoca o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais que assegurem a satisfação das necessidades humanas para a presente e as futuras gerações. É uma agricultura que conserva o solo, a água e os recursos genéticos animais, vegetais e micro-organismos, não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável (Balbino et al., 2012).

No caso especifico da pecuária de corte brasileira, os impactos ambientais causados pela atividade têm sido frequentemente questionados pelos stakeholders nas discussões setoriais, especialmente aqueles que atuam no mercado exportador de carne bovina, principal demandante de carne bovina de alta de qualidade. Entende-se por qualidade os aspectos intrínsecos (maciez, sabor, coloração, marmoreio, etc.) e extrínsecos (sustentabilidade, rastreabilidade, certificações de origem, bem-estar animal, comércio justo, etc.) presentes no processo de produção e no produto final.

Estes impactos ambientais se apresentam de diversas formas: por meio da emissão de gases de efeito estufa, desmatamento, degradação do solo e das pastagens, poluição hídrica, empobrecimento da biodiversidade, entre outras. Como consequência, observa-se a redução da sustentabilidade da pecuária em indicadores como: baixa taxa de desfrute, baixa oferta de forragem, baixos índices zootécnicos, baixa produtividade de carne entre outros.

Aliado a isto, a estrutura de mercado de concorrência perfeita, onde um número significativo de pecuaristas, ofertando uma carne comoditizada, dificulta as ações que visam diferenciá-la por atributos de qualidade. A baixa integração entre os elos da cadeia produtiva também dificulta a coordenação de iniciativas de sustentabilidade. Deve-se ainda destacar o baixo uso de tecnologias poupa-terra, apesar do seu crescente processo de adoção observado nas últimas décadas.

Entretanto, existem tecnologias disponíveis e economicamente viáveis capazes de diminuir os impactos ambientais causados pela atividade pecuária, como os sistemas integrados de produção, melhoramento genético de animais, adubação de manutenção de pastagens, recuperação de pastagens, vedação de pastagens e suplementação, boas práticas de produção, produção de novilho precoce, entre outras.

Essas tecnologias podem trazer ganhos de eficiência para os sistemas produtivos pecuários, melhorando os indicadores zootécnicos e, consequentemente, a taxa de desfrute e lucratividade do pecuarista. Além disso, permitem o desenvolvimento de novos negócios com foco em diferenciação do produto por qualidade ao longo da cadeia produtiva, gerando, com isso, uma maior competitividade do setor.

Dentre as tecnologias mencionadas acima, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é, potencialmente, uma das principais estratégias de produção agropecuária sustentável, em particular nos trópicos. No Brasil, verifica-se um proeminente avanço das tecnologias que compõem os diferentes sistemas, modalidades e arranjos de ILPF, com inúmeros benefícios tecnológicos, econômicos e sociais, ecológicos e ambientais.

Esse destaque tem colocado a ILPF em evidência, com grande interesse pela sua adoção por parte dos produtores rurais e, por outro lado, pelo desenvolvimento de políticas públicas e programas de fomento governamentais.

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a "ILPF promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas agregando, na mesma propriedade, diferentes sistemas produtivos, como os de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia. Busca melhorar a fertilidade do solo com a aplicação de técnicas e sistemas de plantio adequados para a otimização e a intensificação de seu uso. Dessa forma, permite a diversificação das atividades econômicas na propriedade e minimiza os riscos de frustração de renda por eventos climáticos ou por condições de mercado".

Apesar de serem conhecidos há bastante tempo, os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais são ainda pouco utilizados no Brasil. Estima-se que as diferentes modalidades de Integração lavoura-pecuária-floresta, em diferentes níveis de intensidade, correspondam a cerca de 1,6 milhão de hectares em todos os biomas brasileiros, enquanto que a área total ocupada em atividade agropecuária em todo o país ultrapassa os 60 milhões de hectares.

Alguns gargalos se apresentam para que o referido sistema ganhe escala em todas as regiões do Brasil, são eles: complexidade do sistema e desconhecimento dos seus reais benefícios; a baixa capacitação do produtor rural e de técnicos da assistência técnica e extensão rural (ATER) e outros atores, como os agentes financeiros; falta de mão-de-obra especializada; falta de infraestrutura adequada; elevado investimento inicial, entre outros.

Criação de novos negócios sustentáveis na cadeia produtiva da pecuária de corte

No que se refere à surgimento de novos negócios sustentáveis na cadeia produtiva da carne bovina, é de extrema importância estratégica identificar o comportamento e

preferência de quem está adquirindo o produto ao longo da cadeia de valor, sejam eles consumidores intermediários, institucionais ou consumidores finais (população em geral

Existe um consenso na literatura que, historicamente, as relações entre os agentes da cadeia bovina sempre foram conflituosas, o que define uma relação entre seus membros, exclusivamente, via mercado.

Entretanto, as transações em que a identidade dos atores tem pouca importância tornaram-se inadequadas, em função das mudanças nos atributos valorizados pelos consumidores, em que cada vez mais são crescentes as preocupações com questões sanitárias, ambientais, com o bem-estar animal, com a exploração de mão-de-obra infantil, com a responsabilidade corporativa, com a obesidade da população, com o comércio justo, entre outros aspectos.

Em sintonia com esta realidade, percebe-se crescente desenvolvimento de projetos empreendedores, arquitetados coletivamente ao longo da cadeia produtiva, que visam agregação de valor na carne bovina. Esses projetos fundamentam-se no interesse cada vez maior dos consumidores pela qualidade e segurança dos alimentos, fruto da internacionalização de sua produção e consumo.

Nesse sentido, atributos como Denominação de Origem, Rastreabilidade, Transparência nos Processos Produtivos, Boas Práticas Agropecuárias e Esquemas de Qualidade Assegurada, Produção Orgânica, Boi Verde, Carne Natural, Uso de Selos Verdes e Certificações Socioambientais entre organizações com relações horizontal e vertical no processo de produção, vêm ganhando um espaço cada vez maior nos últimos anos, sendo variáveis fundamentais nos projetos empreendedores de agregação de valor ao longo da cadeia da carne bovina, proporcionando excelentes oportunidades mercadológicas.

Para tanto, a cadeia da carne bovina brasileira precisa se comunicar mais eficientemente com seus clientes. É necessário relembrá-los que a carne pode fazer parte de uma dieta saudável. É preciso trabalhar em inovação e na criação de novos produtos. Algumas razões sustentam o argumento pelo qual devemos apostar em carne de qualidade: uma delas é a concorrência.

A carne bovina possui um valor elevado quando comparado às demais proteínas animais, podendo aumentar proporcionalmente esse valor a médio e longo prazo. Sendo assim, para ter competitividade no mercado há necessidade de se investir em uma base de sustentação que garanta produtos diferenciados em relação a qualidade, ao sabor e a experiência. Vários estudos apontam que a disponibilidade de renda leva o consumidor a escolher carne bovina.

No mercado interno, por exemplo, a ascensão econômica da classe C, que representa 54% da população brasileira, com renda mensal familiar média de R$ 2.900, fez com que o perfil desse consumidor mudasse rapidamente, em especial na área de alimentação. Uma das mais significativas transformações está no aumento de 4,2% das compras de carne bovina de primeira (Neves, 2012).

Em 2005, havia 26 milhões de brasileiros nas classes A e B. Em 2010, eram mais de 42 milhões de pessoas. As classes A e B consomem mais, e principalmente, e são mais exigentes quanto à qualidade, sabor, experiência de consumo e se preocupam com as questões ambientais, especialmente com o custo do capital natural envolvido no processo de produção pecuário (CAVALCANTI, 2012).

No mercado externo, especialmente nos mercados emergentes como Ásia, Oriente Médio e Norte da África, o incremento no consumo de carne bovina deve ser de 5% em 2012, o que significa 8,2 milhões de toneladas. Se em 1965 os países em desenvolvimento representaram 15,4% das importações mundiais de carnes, em 2010 essa fatia chegou a 55,4%. Cabe salientar que o aumento de renda dos países emergentes não aumenta apenas a classe média. Aumenta também as classes A e B. Na China, o mercado *premium* será de US$ 27 bilhões em 2015. No Brasil, espera-se que o mercado *premium* cresça 25% nos próximos anos.

Nos mercados mundiais mais exigentes, onde o nível de renda e cultura é mais elevado, existe o apelo de consumo para carne natural/orgânica/sustentável. O sistema produtivo pecuário brasileiro, de forma geral, já está em sintonia com essa, visto que a maior parte da nossa criação se dá a pasto, conforme descrito anteriormente.

Porém, as vendas do produto brasileiro poderiam expandir-se ainda mais se fossem considerados os atributos acima mencionados. Embora se acredite que essa alternativa jamais vá absorver uma porcentagem expressiva das exportações brasileiras, ela pode ser atraente como um nicho de mercado a ser explorado.

Postos estes argumentos, buscou-se sintetizar as oportunidades de novos negócios sustentáveis para a cadeia da carne bovina brasileira. São elas:

1) Explorar a diferenciação por qualidade na carne bovina, especialmente com foco em sustentabilidade ambiental ao longo de toda a cadeia produtiva;

2) Produção de pecuária orgânica;

3) Venda de produtos e serviços ambientais por produtores;

4) A multifuncionalidade da propriedade rural, como a exploração do Ecoturismo;

5) Desenvolver marcas geográficas, valorizando a diversidade de Biomas e suas influencias no sabor da carne, enaltecendo os aspectos ambientais do processo produtivo;

6) Desenvolver produtos *Premium* que ofereçam um conjunto de atributos (conveniência, características organolépticas, embalagem, etc.) que vão além da segurança do alimento

7) Desenvolver negócios que explorem a capacidade de gerar produtos diversos (cortes e produtos com maior valor agregado), compondo um mix variado, sem incorrer em tempo ou custos adicionais para o consumidor.

Tais oportunidades alavancarão outros setores adjacentes ao da pecuária bovina, tais como empresas privadas de consultoria, negócios de comercialização online de serviços e produtos para a pecuária, leiloeiras, bolsa de mercadorias e futuro, empresas de propaganda e *marketing*, entre outros.

Por fim, quanto aos obstáculos a serem vencidos pela cadeia da carne bovina brasileira para os próximos anos, destacam-se: a superação das barreiras sanitárias; o desenvolvimento de um padrão de qualidade e seu reconhecimento pelo mercado importador; a constituição de uma cadeia melhor coordenada; a superação de limitantes de exportação tais como quotas, tarifas e concorrência subsidiada; a colocação de produtos de maior valor; redução do impacto ambiental, especialmente, mediante a utilização do sistema de ILPF; e, melhoria da imagem do pecuarista perante a sociedade brasileira, particularmente, no que diz respeito à sua associação negativa com o desmatamento e o descumprimento de leis ambientais.

Apesar dos enormes e complexos desafios impostos a cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira, a expressiva evolução do setor nas últimas duas décadas indica que é possível termos uma pecuária de corte com padrões de sustentabilidade. Para tanto, é necessário que, cada vez mais, os diversos *stakeholders* que atuam na cadeia possam pensar e desenvolver coletivamente as estratégias do setor.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Perfil da Cadeia Produtiva da pecuária de Corte em 2011**. São Paulo, [2013?]. Disponível em: <www.abiec.com.br>. Acesso em: 1 out. 2012.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). **Informações Agronômicas**, n. 138, p. 1-18, 2012.

CEZAR, I. M.; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R. L. de S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005. 40 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 151).

DOSSA, D.; BASTOS, E. T.; GASQUES, J. G.; CARLOS A. MATTOS SANTANA, C. A. M.; GOMES, E. G.; ALVES, E. R.; SOUZA, G. da S. e. **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília, DF, 2011. 58 p.

CAVALCANTI, M. da R. Por que devemos apostar em carne de qualidade? **BeefPoint**, 28 set. 2012. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/porque-devemos-apostar-em-carne-de-qualidade/>. Acesso em: 28 set. 2012.

ESTUDO sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil. Brasília, DF: IEL: SEBRAE: CAN, 2000. 398 p.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 85).

MELO FILHO, G. A.; COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S.; PEREIRA, M. D. A.; CEZAR, I. M.; SILVA NETTO, F. G. D. **Sistema e custo de produção de gado de corte no Estado de Rondônia**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005. 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 92).

NEVES, M. F. Cadeia da carne bovina deve mirar mercados emergentes. **Valor Econômico**, 23 abr. 2012. Disponível em: < https://www.valor.com.br/agro/2627496/cadeia-da-carne-bovina-deve-mirar-mercados-emergentes-diz-estudo>. Acesso em: 23 abr. 2012.

SILVA, J. F. **Brazil**: Livestock and Products Annual: Annual Livestock 2014. Washington, DC: USDA, 2014. 13 p.



Capítulo 9

Custo-benefício dos sistemas de produção em integração

Fernando Paim Costa
Ivo Martins Cezar (in memoriam)
Geraldo Augusto de Melo Filho
Davi José Bungenstab

A adoção de sistemas de produção em integração

Segundo Medrado (2000), sistema agroflorestal é "um sistema de manejo sustentado da terra que aumenta o seu rendimento, combinando a produção de plantas florestais com cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou consecutivamente, de forma deliberada, na mesma unidade de terreno, envolvendo práticas de manejo em consonância com a população local".

Várias vantagens podem ser citadas em favor dos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), pecuária-floresta (IPF) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Muitas delas têm um caráter social, extrapolando a porteira da fazenda, outras se restringem ao estabelecimento rural. Os principais benefícios econômicos diretos para o produtor são:

- Aumento do produto total;
- Melhor aproveitamento da mão-de-obra;
- Redução do custo unitário dos produtos;
- Aumento do lucro, como resultado da maior produção e menor custo;
- Melhor distribuição e diversificação das receitas ao longo do ano, gerando um fluxo de caixa mais equilibrado;
- Redução dos riscos na produção e nos preços, devido à diversificação de atividades.

A agregação de valor também tem sido citada como um dos benefícios dos sistemas de integração, mas essa vantagem, usualmente, não existe de fato na maioria dos casos; para tanto o sistema de integração precisaria envolver também, em algum grau, o processamento dos produtos primários colhidos e sua certificação.

Com todas as vantagens econômicas apresentadas anteriormente, e ainda os inúmeros benefícios agronômicos, zootécnicos e ambientais citados em outras seções desta publicação, seria de se esperar que os sistemas de integração tivessem ampla adoção, até porque tais sistemas são praticados, em algum grau, há várias décadas. Por que, então, os monocultivos se tornaram dominantes no cenário agrícola?

De forma especulativa, listam-se alguns possíveis motivos:

- Visão de curto prazo do produtor, que privilegia o monocultivo, com seus ganhos imediatos;
- Indução pelas indústrias de equipamentos e insumos, geralmente especializadas, a quem interessa ter uma clientela também especializada;
- Ganhos de escala propiciados pela especialização;
- Requerimento de investimentos específicos, em itens que não são usuais no sistema tradicional;
- Necessidade dos próprios pecuaristas investirem em gado, para aproveitarem o aumento da capacidade de suporte resultante da recuperação/renovação da pastagem;

- Menor necessidade de habilidades de gerência e tecnologias da informação nos sistemas não diversificados, já que explorar (produzir e comercializar) um produto único é muito mais simples que a produção integrada;
- Importância secundária dada às questões sociais e ambientais, possivelmente, pela falta de uma remuneração direta pelas mesmas;
- Falta de iniciativa e habilidades empreendedoras nos produtores e novos ingressantes na atividade agrícola.

Apesar dessas forças contrárias, nos últimos anos, os sistemas de integração vêm ocupando espaços de forma acelerada. Nesse movimento, há agricultores passando a fazer também pecuária e produção de madeira ou outros produtos florestais, bem como a situação inversa, isto é, pecuaristas introduzindo agricultura e florestas. Diversos trabalhos enfatizam as dificuldades enfrentadas pelos pecuaristas que querem fazer integração, salientando razões culturais, deficiências na gerência e falta de maquinário, entre outros fatores (Costa; Macedo, 2001; Yokoyama; Stone, 2003). No entanto, algumas referências (Pimentel, 2004, 2005) têm afirmado o contrário, apontando as grandes dificuldades que se apresentam ao agricultor, destacando-se a falta de linhas de crédito para construir currais, aguadas e cercas, e mesmo para comprar gado, além da complexidade do sistema de produção animal e da necessidade de maiores áreas quando se pretende a produção baseada em pastagens.

Para o desenvolvimento regional e nacional, o que de fato importa é oferecer a agricultores e pecuaristas, alternativas adequadas que possam aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Para obter essa sustentabilidade, a viabilidade econômica é fundamental. Medir essa viabilidade e apresentar o resultado das análises de forma clara e precisa, de preferência seguindo algum tipo de padrão amplamente aceito, é fundamental para a difusão dos sistemas de integração.

Características econômicas da integração lavoura-pecuária-floresta

A definição de critérios de avaliação adequados requer uma plena compreensão da natureza econômica dos sistemas de integração. Por isso, listam-se a seguir as principais características desse tipo de exploração:

- Grande número de alternativas de produção disponíveis, possibilitando inúmeras combinações de atividades. Salienta-se a complexidade dessa escolha, decorrente da dinâmica dos sistemas em sucessão, onde as variáveis espaço e tempo são fundamentais;
- Numerosas possibilidades de combinação dos fatores de produção (terra, capital e trabalho e seus desdobramentos). Tal característica é ainda mais visível na pecuária, onde os sistemas de produção são extremamente flexíveis quanto ao emprego de tecnologias e ao nível de uso de insumos;

- Caracterização de um processo de mudança a partir de um sistema já existente, seja ele de produção vegetal ou animal, salientando-se a dificuldade na definição das espécies vegetais, especialmente do componente arbóreo, ideais para cada condição;
- Planos de produção que envolvem investimentos cujos efeitos se prolongam por um longo horizonte de tempo;
- Efeitos defasados do uso de determinados insumos. Por exemplo, a adubação da lavoura pode beneficiar a pastagem que a sucede durante vários anos;
- Em consonância com a busca da sustentabilidade, os objetivos dos produtores tendem a ser múltiplos, ao invés de se restringirem à simples maximização do lucro;
- Na composição dos benefícios dos sistemas de integração, há diversos "produtos" de difícil valoração monetária, por falta de valor de mercado, como por exemplo, os efeitos positivos na microflora e microfauna do solo, na redução da erosão, no microclima e no bem-estar animal.

Diretrizes para avaliação econômica de sistemas de integração

Primeiramente, para maior clareza, cabe comentar que os sistemas de ILPF podem ser avaliados do ponto de vista macro ou microeconômico. Na primeira forma, são considerados seus impactos agregados, no âmbito regional, como feito por Yokoyama e Stone (2003) com sistemas de ILP. A segunda forma se restringe ao estabelecimento rural, levando em conta os custos e benefícios privados.

Uma segunda divisão se refere à origem dos dados a analisar, que pode ser um caso real ou um experimento. Nas avaliações de casos, a principal limitação é a insuficiência de dados. Já os experimentos, se bem planejados, oferecem as informações necessárias para avaliação. Cuidado especial deve ser tomado quanto à extrapolação de resultados. A análise econômica de dados experimentais pressupõe a análise estatística, uma vez que tratamentos que não diferem quanto a respostas físicas também não são diferentes quanto a resultados econômicos a elas atrelados.

Ainda, vale ressaltar que as avaliações econômicas podem ser classificadas em dois tipos: avaliações "*ex-ante*", baseadas em resultados esperados, visando fornecer subsídios às tomadas de decisão; avaliações "*ex-post*", tendo como alvo casos reais, produzindo resultados sobre eventos passados e servem para se avaliar o sucesso do empreendimento. As análises que visam o planejamento enquadram-se no primeiro grupo, e os coeficientes técnicos e preços usados nesse caso são encontrados na literatura que divulga resultados de pesquisa, na experiência de informantes qualificados e em outras fontes secundárias. Já as avaliações "*ex-post*" exigem dados específicos, que precisam ser coletados, registrados e tabulados no dia a dia do sistema de produção "real" sob análise.

As diretrizes apresentadas a seguir visam contribuir para uma maior uniformização do processo de avaliação econômica dos sistemas de integração. Os primeiros pontos estão

diretamente associados a cada uma das características citadas na seção anterior, sendo então seguidos por recomendações gerais.

O grande número de alternativas de produção disponíveis torna o planejamento e o controle dos sistemas de produção bastante complexos, dificultando as tomadas de decisão. Na fase de planejamento, instrumentos como a programação linear poderiam ser utilizados, para auxiliar na escolha da combinação de atividades. Já o controle exige o registro sistemático dos eventos que constituem o processo de produção de todas as atividades empreendidas. Esse registro sistemático deve incluir as quantidades de cada recurso usado, seus valores e datas de utilização.

A vasta gama de possibilidades de combinação dos fatores de produção, assim como o ponto anterior, contribui para a grande complexidade dos sistemas de integração. Valem as mesmas observações quanto à necessidade de dispor-se de um sistema de registro de dados adequado, sem o qual as avaliações de casos reais ficam totalmente prejudicadas. Para lidar com essa característica, ferramentas de otimização como a programação linear, poderiam ser exploradas. Associada a essas ferramentas, ou mesmo de forma exclusiva, a planilha eletrônica aparece como instrumento simples e imprescindível para armazenar, organizar e analisar dados referentes a tais sistemas.

Por representar um processo de mudança, a ILPF deve ser avaliada em comparação com o sistema pré-existente, como se este fosse o tratamento testemunha usado na experimentação. Se os investimentos atingirem maior vulto, deve-se verificar a possibilidade de realizá-los em etapas. Por exemplo, vale confrontar os resultados esperados da recuperação de 30% da pastagem degradada em um só ano com a recuperação em três etapas de 10%.

A comparação entre o sistema "melhorado" e o "tradicional" pode ser feita confrontando-se situações já estabilizadas ou levando em conta o processo de transição inerente à implantação do sistema integrado. O primeiro caso corresponde a uma avaliação estática, menos informativa, insuficiente para embasar decisões como a adoção ou não da ILPF por um dado produtor. Quando a transição é levada em conta, a análise torna-se muito mais realística, uma vez que todos os eventos que compõem a íntegra do projeto são considerados, devidamente distribuídos no tempo. Por outro lado, o longo horizonte de tempo associado à ILPF, em contraste com o ciclo curto das culturas anuais, exige atenção especial. Independentemente do processo de inflação, isto é, mesmo que se trabalhe com preços reais, é preciso levar em conta a variação de valor da moeda no tempo.

Ao se comparar dois sistemas de integração, é óbvia a escolha por aquele que apresenta maiores ganhos no início do horizonte de planejamento, mantendo-se tudo o mais inalterado. Essa preferência temporal é expressa por indicadores como o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), entre outros. Esses dois parâmetros levam à mesma conclusão quanto à atratividade do projeto, mas o VPL é mais simples de calcular e menos sujeito a usos e interpretações equivocadas. Para o cálculo desses indicadores é preciso gerar um fluxo de caixa que, dependendo da complexidade do sistema e da relevância de cada evento de produção em particular, pode ter como unidade de tempo o mês, a estação do ano ou o próprio ano.

Ao calcular o VPL e mesmo a TIR, é conveniente fazê-lo com base no fluxo de caixa adicional, isto é, no fluxo que retrata o processo de mudança proposto ou realizado. Este fluxo é obtido como a diferença entre benefícios e custos adicionais (em relação ao sistema tradicionalmente desenvolvido), seguindo os mesmos princípios da orçamentação parcial.

Cabe ainda comentar que, ao avaliar a atratividade de um dado sistema, deve-se olhar também o perfil do fluxo de caixa, já que o projeto com maior VPL pode, apesar da maior rentabilidade, estar comprometendo a sobrevivência do produtor. Neste caso são necessárias simulações de opções (crédito, distribuição dos investimentos em período mais longo etc.) que ajudem a amenizar os períodos em que a fazenda fica no "vermelho". No caso de se considerar o uso de financiamento, os recursos liberados pelo banco, bem como as amortizações e os pagamentos de juros, devem entrar no fluxo de caixa. Ainda, no último ano do fluxo de caixa, é necessário adicionar as variações no valor de ativos como rebanho, instalações e equipamentos, devidamente depreciados até esta data. Isto deve ser feito porque a vida útil de muitos investimentos não necessariamente coincide com o horizonte de tempo considerado na avaliação.

A defasagem nos efeitos de certas práticas ou insumos deve ser objeto de atenção, sob pena de se subestimar os benefícios da interação entre atividades. Por exemplo, quando o último período do horizonte de tempo analisado inclui uma adubação de lavoura, a qual é seguida pela implantação de pastagem, inclui-se um custo sem levar em conta a íntegra dos benefícios correspondentes. Neste caso, poder-se-ia usar o artifício de estimar uma grandeza para tais benefícios, e adicioná-la no último ano do fluxo de caixa. Um exemplo desse tipo de problema pode ser encontrado em Costa e Macedo (2001).

Na formulação de projetos de mudança para sistemas de integração, deve-se buscar entender com clareza os objetivos pretendidos, os quais podem ir muito além da simples maximização de lucro. Esta é uma tarefa difícil, que exige muita análise e habilidade, mas seu resultado certamente tem efeito significativo na composição e no formato do projeto de integração a implementar.

A complexidade da ILPF implica também na existência de alguns benefícios de difícil quantificação monetária. É o caso, por exemplo, da palhada usada no plantio direto e do ganho de peso em bovinos não acabados. O primeiro caso é mais complicado, o que não impede o estabelecimento de pressupostos capazes de embasar alguma estimativa. Já para o ganho de peso, o procedimento usual é transformar o peso vivo em peso de carcaça, usando-se um rendimento baixo como 50%.

Apesar de ser uma prática comum, reforça-se a importância de calcular-se a participação percentual de cada item de custo no custo total e em grupos de custos intermediários. Nos sistemas complexos como os de ILPF, esse simples cálculo é particularmente muito informativo. Também, simples e informativa é a apresentação dos indicadores de desempenho dos sistemas avaliados (sistema tradicional e ILPF) na forma de índices, com o que se obtém uma melhor visão do impacto da mudança.

Outra diretriz importante é a realização de análises de sensibilidade para as variáveis mais importantes, como a produtividade das lavouras, o ganho de peso dos bovinos e os preços dos grãos, da carne e da madeira. Este procedimento é recomendável porque,

salvo alguma exceção, as variáveis consideradas na avaliação são tratadas de forma determinística. Essas análises de sensibilidade ampliam o espectro dos resultados esperados, qualificando o processo de tomada de decisão. Técnicas mais específicas de inclusão de risco, como o método Monte Carlo, podem também ser utilizadas, desde que se disponha de séries históricas das variáveis aleatórias mais relevantes.

Por fim, chama-se a atenção para dois problemas encontrados, em certo grau, nos relatos de avaliações de sistemas de integração. O primeiro é a falta de uma melhor definição dos indicadores econômicos usados, que carecem de clareza e precisão. Isso é necessário porque estes indicadores estão, geralmente, associados a diversas denominações. Lucro, por exemplo, pode ser expresso como lucro líquido, lucro normal, lucro puro etc. Para sanar este problema, é preciso descrever como o indicador é calculado (que componentes do custo entram no cálculo). O segundo ponto é não deixar que ocorra a falta de correspondência entre custos e benefícios atribuídos ao novo sistema, o que pode levar a interpretações tendenciosas. Este problema tem origem na superestimação de benefícios, pela inclusão de números que já vinham sendo gerados pelo sistema pré-existente, bem como na subestimação de custos, devido à omissão de itens determinados pela adoção dos sistemas de integração.

Considerações finais

O crescimento no uso de sistemas de integração representa uma verdadeira mudança de paradigma, na medida em que se coloca em prática o consensual discurso da sustentabilidade. O surgimento de conceitos como "*Sustainomics*", criado no âmbito da Sociedade Internacional de Economia Ecológica para rotular uma base de conhecimentos ao mesmo tempo transdisciplinar, integrativa, compreensiva, heurística e prática, que visa tornar o desenvolvimento mais sustentável (Munasinghe, 2004), exemplifica essa tendência. Nessa nova perspectiva, a tradicional preocupação com aspectos produtivos e financeiros não é mais suficiente para garantir a sobrevivência e o crescimento dos negócios, sendo necessário inserir indicadores de sustentabilidade como parte dos controles ordinários e da própria contabilidade formal. Galgar esse degrau é um grande desafio, e a Economia Ecológica (ou Economia Ambiental) apresenta-se como importante aliada nessa busca, reconhecendo que o sistema socioeconômico baseia-se e depende dos sistemas naturais e, de outro lado, interfere e transforma seu funcionamento.

Referências

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, 2001, Tsukuba. **Proceedings**... Tsukuba: JIRCAS, 2001. p. 57-62. (JIRCAS Working Report, 19).

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 269-312.

MUNASINGHE, M. Sustainomics: a trans-disciplinary framework for making development more sustainable. In: INTERNET Encyclopaedia of Ecological Economics. Boston: International Society for Ecological Economics, 2004. 18 p. Disponível em <http://www.ecoeco.org/pdf/sustainomics.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

PIMENTEL, M. S. Integração lavoura-pecuária: revolução interna. **Panorama Rural**, v. 5, n. 71, p. 42-49, 2004.

PIMENTEL, M. S. Integração lavoura-pecuária: fácil é o caramba! **Panorama Rural**, v. 5, n. 72, p. 46-52, 2005.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. Impactos socioeconômicos e estratégia de transferência de tecnologia do sistema barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 385-404.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 10

Serviços Ambientais em sistemas silvipastoris

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Odo Primavesi

Serviços ambientais naturais: conceitos básicos

A estabilidade do nosso planeta depende de uma série de processos biofísicos que estão sendo comprometidos pela atividade humana (Steffen et al., 2015). Um grupo de especialistas propôs limites de segurança para esses processos fundamentais, acima dos quais corremos grande risco de um colapso, com mudanças abruptas que poderiam ter consequências devastadoras para a população humana. Três (diversidade genética e fluxos bioquímicos do nitrogênio e do fósforo) dos nove processos identificados - que também incluem uso de água doce; alteração de uso da terra; acidificação dos oceanos; perda de ozônio da estratosfera; e carga de aerossóis da atmosfera - já ultrapassaram esses limites. Precisamos mudar a forma de produzir, de modo a reduzirmos ao mínimo o impacto negativo sobre a vida na Terra. Vamos discutir, então, as relações entre a provisão de serviços ambientais e a agropecuária.

No início da história da Terra, os ambientes apresentavam predominância de rocha matriz, sem solo, impermeável, sem lençol freático, com ciclo hidrológico curto (chuvas intensas de curta duração, com escorrimento superficial, retornando logo de volta ao oceano), com amplitude térmica e hídrica elevada, sem cadeia alimentar, sem serviços ecossistêmicos favorecedores de vida superior, inóspita à vida superior e à produção de biomassa, constituindo os *ambientes naturais primários*. Com o desenvolvimento construtivo (ou sintrópico) do nosso planeta, a situação se inverteu na maior parte dos ambientes terrestres. Chegamos aos *ambientes naturais de clímax*, geralmente florestais, com solo permeável, com lençol freático e água doce armazenada, residente, disponível mesmo em períodos sem chuva, com ciclo hidrológico longo (chuvas menos intensas e mais distribuídas, submetidas a ciclos de evapotranspiração-chuva-infiltração e pouco escorrimento superficial, demorando a volta ao oceano), amplitudes térmicas e hídricas atenuadas de forma continuada, com condições excelentes para uma complexa teia alimentar, de vida superior abundante, diversificada e de produção de biomassa. A mudança das características das estruturas e dos processos ou serviços ecossistêmicos de ambientes naturais de clímax de volta para características de ambientes primários (como em áreas degradadas, com solos impermeabilizados), chama-se regressão ecológica, e deve ser evitada para preservar a vida superior (incluindo a humana) e a capacidade produtiva do ambiente.

A natureza se expressa por meio do conjunto de estruturas (ou infraestrutura natural, análoga ao *hardware* de um computador) e de processos (ou funções ou serviços ambientais naturais ou serviços ecossistêmicos, análogos aos *softwares*). Fica mais fácil perceber os serviços ambientais naturais ao se comparar os processos, sua intensidade e amplitude, que ocorrem em ambientes naturais primários e ambientes naturais de clímax. Ambientes que apresentem estruturas e serviços ambientais naturais mais afastados de um ambiente natural primário, em geral, permitem um retorno eficaz e ótimo dos recursos e dos insumos investidos em um sistema de produção. Tornam-se mais eficientes.

Assim, serviços ambientais naturais são os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas. Podem ser classificados em serviços de provisão (produção de alimentos, fibras, energia e água doce), de regulação, de suporte - que são serviços necessários para

a produção de outros serviços - e serviços culturais, que são benefícios não-materiais que enriquecem a qualidade de vida e promovem o enriquecimento espiritual, recreação e experiências estáticas (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Dentre os serviços de regulação e de suporte, podemos citar:

- Manutenção da qualidade do ar e controle da poluição, por meio da regulação da composição dos gases atmosféricos;
- Controle da temperatura e do regime de chuvas, por meio do ciclo biogeoquímico do carbono e da evapotranspiração da vegetação que vai contribuir para manter a umidade relativa do ar; além da atenuação da velocidade de brisas e ventos;
- Regulação do fluxo de águas superficiais e controle das enchentes;
- Formação e manutenção do solo e da fertilidade do solo, pela decomposição de rochas e da matéria orgânica e pelas interações entre raízes de plantas, bactérias e fungos.
- Degradação de dejetos industriais e agrícolas e ciclagem de nutrientes;
- Redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico ou equilíbrio de populações, bem como atuando como barreira de propagação; e
- Polinização de plantas agrícolas e silvestres.

Esses processos são, em sua maioria, mediados pela atividade biológica, que depende assim da manutenção da biodiversidade. Com a revolução verde, optou-se por transformar a paisagem (os ecossistemas naturais clímax ou próximo a eles) em agroecossistemas intensivos e simplificados (aproximando-os mais ou menos de características de ambientes naturais primários), onde muitos serviços ambientais naturais ou ecossistêmicos foram reduzidos, ou mesmo desligados, e substituídos pela intervenção humana (atualmente chamados serviços ambientais antrópicos). Nesses sistemas, o preparo mecanizado do solo substitui as alterações nas propriedades físicas do solo oriundas da interação entre raízes, organismos vivos do solo e matéria orgânica que favorecem a germinação e o desenvolvimento das sementes; a adição de fertilizantes minerais substituiu os processos de reciclagem de nutrientes; pesticidas para controle de plantas daninhas, doenças e pragas; a manipulação genética das cultivares substituiu o processo natural de seleção de plantas (Altieri, 1999).

Dos 24 serviços ambientais naturais estudados em Millenium Ecosystem Assessment, (2005), 15 deles (aproximadamente 60%), foram classificados como degradados ou utilizados de forma não-sustentável, especialmente água doce, recursos pesqueiros de captura, purificação da água e do ar, controle do clima regional e local e de desastres naturais e de pragas (Tabela 1).

Tabela 1. Situação global de serviços ambientais.

Serviço	Sub-categoria	Status	Notas
Serviços de provisão			
Alimento	Cultivos	▲	Grande aumento na produção
	Produção animal	▲	
	Recursos pesqueiros	▼	Declínio na produção por sobrepesca
	Aquicultura	▲	Grande aumento na produção
	Alimentos selvagens	▼	Declínio na produção
Fibra	Madeira	±	Perda em algumas regiões; aumento em outras
	Algodão, linho, seda	±	
	Lenha/carvão	▼	Declínio na produção
Recursos genéticos		▼	Perdas por extinção; perda de recursos genéticos de cultivos
Bioquímicos, farmacêuticos e remédios naturais		▼	Perdas por extinção e por colheita excessiva
Água doce		▼	Uso não-sustentável para dessedentação, indústria e irrigação
Serviços de regulação			
Controle da qualidade do ar		▼	Declínio na capacidade de autoregulação da atmosfera
Controle do clima	Global	▲	Fonte líquida de sequestro de carbono nos últimos 50 anos
	Regional e local	▼	Preponderância de impactos negativos. Há redução dos benefícios obtidos dos serviços, seja por alteração no serviço – por exemplo, o desmatamento reduz a precipitação pluvial - ou porque a pressão antrópica excede a capacidade de provisão do serviço.
Controle da água		±	Variável, dependendo de local e mudança do ecossistema
Controle da erosão		▼	Aumento da degradação do solo
Purificação da água e tratamento de resíduos		▼	Perda da qualidade da água
Controle de doenças		±	Variável dependendo da mudança do ecossistema
Controle de pragas		▼	Controle natural degradado pelo uso de pesticidas
Polinização		▼[a]	Aparente declínio global de polinizadores
Controle de desastres naturais		▼	Perda de zonas-tampão (mangues e alagados)
Serviços culturais			
Valores espirituais e religiosos		▼	Rápido declínio em espécies e lugares sagrados
Valores estéticos		▼	Declínio na qualidade e quantidade de áreas naturais
Recreação e ecoturismo		±	Mais áreas acessíveis, mas várias estão degradadas

[a] indica certeza de baixa a média; todas as outras tendências tem grau de certeza de médio a alto.
Símbolos: ▲ elevação; ▼ redução; ± efeito variável.
Fonte: Millenium Ecosystem Assessment (2005).

A introdução de árvores nos sistemas de produção, por meio de sistemas agroflorestais ou da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), pode ser um caminho para minimizar a perda de serviços ambientais. Um estudo avaliou trabalhos publicados em língua inglesa de 1950 a 2015 (Reed et al., 2017) sobre o impacto da presença de árvores nos serviços ecossistêmicos nos trópicos. O impacto positivo gerado pelas árvores na renda, fertilidade do solo, polinização, controle de pragas e conservação do solo, entre outros, compensou a eventual redução da produção agrícola. Apenas 16% dos casos estudados mostraram redução nos benefícios auferidos pela soma dos impactos trazidos pelas árvores em relação às áreas sem árvores, mesmo considerando que 36% dos casos mostraram redução da produção agrícola. A presença das árvores pode contribuir, então, significativamente para a redução de riscos, trazidos, por exemplo, por flutuações do mercado ou por mudanças climáticas.

Água e solo

As florestas são produtoras (recicladoras de água de chuvas) e cotransferidoras de chuvas do litoral (produzidas sobre os mares e empurradas ao continente pelos ventos alísios) ao interior. Diversos estudos têm mostrado a importância da manutenção das matas para a conservação do regime de chuvas suprarregional. No caso do Brasil, um processo muito conhecido foi popularmente denominado "Rios Voadores", que são correntes de ar que carregam umidade de Norte a Sul do país e são responsáveis por grande parte da precipitação pluvial no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, com impacto ainda no Uruguai, Paraguai e Argentina. Os ventos dominantes da Amazônia carregam a umidade do mar para o interior. A cada ciclo de precipitação se cria novo ciclo de evapotranspiração da mata, em que parte da umidade original é carregada cada vez mais para o interior do continente, até encontrar a barreira andina, quando essa umidade é redirecionada para o Sul. Estima-se que 70% da precipitação que atinge o Estado de São Paulo na época das chuvas seja fruto deste processo (Fearnside, 2004). Mudanças de uso de solo, com substituição da floresta por pastagens ou por agricultura, aumentam a perda da água por escorrimento superficial, reduzindo não só a umidade que chega ao interior do solo, mas também aquela que se desloca pelo continente (Fearnside, 2004; Spracklen et al., 2012). Como consequência, poderemos observar o encurtamento perigoso do ciclo da água e o aumento do número e extensão dos períodos secos.

Esse processo de formação de chuvas ocorre, em menor extensão, em outras áreas florestadas, apontando para a importância de estruturas vaporizadoras permanentes para a manutenção da umidade do ar. Em uma mata ciliar de área de "Cerradão" no Estado de São Paulo, da chuva que atingiu a cobertura vegetal, apenas 62,4% chegou ao piso florestal; o restante, 37,6%, foi interceptado pelos galhos, folhas e troncos e retornou à atmosfera por evaporação, contribuindo para a formação de novas precipitações (Lima, 1998). Árvores e arbustos têm 4 a 6 vezes mais probabilidade de ter raízes profundas (≥ 4 m) que plantas herbáceas perenes. De modo geral, a profundidade média das raízes segue o gradiente, de maior para menor profundidade: árvores>arbustos>gramíneas> plantas anuais (Schenk; Jackson, 2005). Assim, durante o período de seca, o solo seca da superfície para maiores profundidades, e a árvore tem melhores condições de auxiliar na manutenção da umidade relativa do ar pela transpiração. Essa água pode não estar disponível para plantas herbáceas, mas ajuda na manutenção da umidade relativa do ar, reduzindo a demanda de evapotranspiração. Além disso, árvores adultas, com sistema

radicular profundo, podem bombear água para a camada superficial do solo, em especial, nas regiões de Cerrado, beneficiando as plantas de raízes mais superficiais (Goldstein et al., 2008), e a manutenção de fungos e bactérias do solo.

No desenvolvimento de ambientes naturais primários para clímax, é priorizada a atração ou facilitação, a captação e o armazenamento, bem como a redução da perda de água pluvial. Isso ocorre por meio do estabelecimento de uma estrutura fundamental constituída de um solo permeável e rico em material orgânico, protegido por cobertura vegetal permanente diversificada e seus resíduos e pela atividade radicular, com micro e mesorganismos associados às plantas. O solo permeável não se mantém sem essa tripla proteção: dossel vegetal, serapilheira e atividade radicular. O binômio solo-planta permanente é estratégico. O solo sem planta, com baixa atividade biológica, que adensa reduzindo os macroporos para menos de 10% (o mínimo necessário), em realidade deixa de realizar sua função primeira, que é captar e conservar água das chuvas. Assim, para conservar a água no solo é necessário:

- Manter o solo coberto;
- Reduzir perdas por impermeabilização e aquecimento do solo;
- Reduzir perdas por brisas e ventos;
- Aumentar a capacidade de armazenar água no solo;
- Promover a nutrição adequada das plantas, permitindo alta produção de biomassa (maior eficiência de uso da água);
- Remover impedimentos ao desenvolvimento das raízes em profundidade.

A introdução de árvores e arbustos em um sistema produtivo agrícola pode ter um papel importante na consecução desses objetivos. A presença de árvores, além de facilitar a precipitação de chuvas e de ajudar a interceptar água das chuvas, pode melhorar características físicas do solo, promovendo maior infiltração da água. Em um estudo realizado em Jaboticabal (SP), estimou-se que foram perdidos 61% e 42% da água que deveria infiltrar-se no solo de uma pastagem e de uma área agrícola, respectivamente, em comparação com a área florestada (Borges et al., 2005).

As árvores desempenham importante papel no controle da erosão e redução do escorrimento superficial por meio de vários mecanismos (Ong; Swallow, 2003), que incluem:

- Interceptação da água da chuva pelas copas, reduzindo o impacto das gotas de chuva no solo;
- Maior permeabilidade dos solos;
- Aumento da rugosidade do solo, que cria obstáculos para a movimentação horizontal da água.

A água das chuvas é, em parte, interceptada pelas copas das árvores e pode escorrer pelos galhos e troncos até a superfície do solo ou evaporar antes de alcançar o solo. Como discutido em capítulo específico desta obra, a existência de barreiras (raízes, galhos caídos, folhas e serapilheira) faz com que a água da chuva depositada no solo permaneça no local

por mais tempo, tendo maior oportunidade de infiltração. Ocorre um alongamento do ciclo da água, altamente desejável.

No mundo, cerca de 2 bilhões de hectares de terra e 1,5 bilhão de pessoas são afetados pela degradação dos solos, especialmente nos países em desenvolvimento. Estima-se que anualmente 12 milhões de hectares, que poderiam produzir 20 milhões de toneladas de grãos, são perdidos no processo de degradação, causado pela perda da permeabilidade, uma vez que os macroporos de aeração e de drenagem são reduzidos por adensamento, compactação ou eliminados por erosão, além da perda de fertilidade química e biológica. Um cálculo aproximado, considerando as taxas de degradação atuais, indica que sobraram apenas 60 anos de solo produtivo ("topsoil"). O solo do planeta está sendo perdido entre 10 e 40 vezes a taxa que pode ser naturalmente formado (Nair, 2014).

Foram estimados, no Brasil, prejuízos anuais da ordem de 30 milhões de dólares, por perda de matéria orgânica e de nutrientes, queda na produtividade, perda da fertilidade do solo, depreciação da terra, custos adicionais de tratamento da água para consumo humano, soterramentos e inundações, eutrofização, manutenção de estradas e desassoreamento de reservatórios, entre outros (Telles, 2010).

A introdução de árvores nos sistemas de produção pode contribuir para amenizar a situação acima exposta. Sistemas silvipastoris na Costa Rica, Nicarágua e Colômbia reduziram a perda de solos em quase 50% entre 2002 e 2007, passando de 80,9 a 44,1 t ha^{-1} ano^{-1} (Banco Mundial, 2013).

As árvores melhoram a qualidade da água. A capacidade de captura das raízes nos horizontes mais profundos melhora o estoque de nutrientes no sistema planta-solo e diminui a lixiviação e escorrimento superficial da água carregada de nutrientes, pesticidas e sedimentos que poderiam contaminar águas superficiais e subterrâneas. Árvores e arbustos podem contribuir também para a redução da lixiviação de pesticidas e outros contaminantes, como sulfas e antibióticos, pelo aumento da infiltração e consequente aumento das interações entre as substâncias em solução e o solo; pela redução da velocidade da água carregada por escoamento superficial, promovendo a deposição de sedimentos aos quais os poluentes podem estar associados; por promover o desenvolvimento de comunidades microbianas capazes de degradar agroquímicos orgânicos e por melhorar a capacidade do solo de reter e adsorver/absorver contaminantes orgânicos (Chu, 2011; Lin et al., 2011). Ainda pensando no controle da poluição, as árvores têm a capacidade de melhorar a qualidade do ar pela absorção parcial ou total de alguns gases considerados poluentes, tais como gás carbônico, enxofre e ozônio, através dos estômatos das folhas e lenticelas, bem como pela retenção de material particulado em sua parte aérea (deposição de poeira).

Outro fator que influencia a dissipação da poluição é a formação de células de circulação de ar. A Figura 1 ilustra como ocorre a circulação de ar sobre uma superfície aquecida (A). Se a temperatura em A é maior do que a temperatura no ponto B, esse aquecimento faz diminuir a pressão em A. O ar que estava em A sobe então na direção do ponto B. Como não podem ficar espaços vazios, uma massa de ar vai ocupar o lugar deixado pelo ar que saiu de A. Isso faz com que o ar no ponto D se desloque horizontalmente, indo ocupar o espaço deixado em A. Ao mesmo tempo, a parcela de ar que estava em C desce para ocupar

a posição D, com isso, a parcela de ar que estava em B se desloca para C. O ciclo entre A, B, C e D é chamado de célula de circulação. Uma célula de circulação é responsável pelo movimento entre áreas aquecidas e áreas mais frias. Aqui deve ser destacado que um solo coberto por árvores aquece muito menos que um solo limpo, nu, gerando térmica (massa de ar quente ascendente) menos intensa, isto é, gera um vácuo ou menos sustentação nas horas mais quentes do dia, de forma a facilitar a queda de particulados (poeira, fuligem) e também da água retida nas nuvens, que precipita com maior facilidade. À noite ocorre o inverso, com maior vácuo nas áreas mais frias sobre solo nu.



Figura 1. Formação de uma célula de circulação. Durante o dia, o ar se movimenta entre os pontos A (ponto inicialmente mais aquecido), B, C e D em função da temperatura próxima à superfície do solo. À noite, o sentido da circulação se inverte, pois a temperatura é mais estável na área de mata.

Sistemas silvipastoris são capazes de aumentar e manter a fertilidade do solo, por meio do maior aporte de nitrogênio de espécies lenhosas fixadoras de N; maior disponibilidade de nutrientes pela deposição de serapilheira; e maior absorção e ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo (Nair, 2011). As propriedades físicas e químicas do solo podem ser melhoradas dentro de quatro a cinco anos da implantação de sistemas silvipastoris (Carvalho et al., 2002).

Além disso, ao alterar o balanço hídrico, esses sistemas criam condições mais favoráveis para a vida no solo (Jose, 2009). Ao se comparar sistemas silvipastoris com pastagens solteiras a pleno sol, observou-se que mudanças no microclima como redução das temperaturas do ar e do solo e menor taxa de evaporação da superfície do solo aumentaram a água disponível do solo, as atividades biológicas do solo e a mineralização de nitrogênio. Constatou-se aceleração na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio e aumento de bactérias e invertebrados, com consequente influência na maior agregação do solo, na maior disponibilidade de fósforo e na maior taxa de ciclagem

de nutrientes (Franco et al., 2003). Esses eventos resultam em maior teor disponível de nutrientes e maior produção de biomassa por unidade de área, resultando em menor pegada ecológica (maior produção de forragem de qualidade e de carne por unidade de área por ano), menor pegada de água (maior produção de carne por litro de água utilizado no sistema de produção) e menor pegada de nitrogênio (menor gasto e perda de nitrogênio por unidade de produto gerado), o que é altamente desejável.

Microclima

A vegetação ajuda a diminuir a variação da temperatura e da umidade do ar. Como vimos, a evapotranspiração é importante na manutenção da umidade relativa do ar. Quando ocorrer em escala, com geração de nebulosidade extensa, pode reduzir a temperatura do ar por meio da redução da incidência de radiação solar, refletida pela superfície superior das nuvens de vapor de água (albedo elevado), à semelhança do que ocorre na Amazônia, em que os menores valores de radiação ocorrem de dezembro a fevereiro (pico do verão). Vale ressaltar que, por outro lado, na estratosfera ocorrem nuvens de cristais de gelo, que não refletem radiação solar, mas retêm radiação de ondas longas, caloríficas, e são originadas sobre áreas degradadas com geração de térmicas intensas.

À medida que o ar tem menos umidade, aumenta a demanda de água da atmosfera para o sistema vegetação-solo. As plantas respondem à menor umidade do ar aumentando a transpiração, dentro de certos limites, e se tiverem acesso à água no solo. Dessa maneira, em sistemas arborizados, as árvores utilizam a água que acessam em maiores profundidades do solo para continuar transpirando. Na Amazônia ocidental, a água encontrada entre 2 m e 8 m de profundidade contribuiu com mais de ¾ da transpiração de árvores perenes na estação seca (Jackson et al., 2000). Em sistemas silvipastoris, pode ocorrer uma situação parecida: as árvores transferem umidade para a atmosfera, o que beneficia a produção continuada da pastagem associada a ela, pois o capim pode manter os estômatos abertos por mais tempo numa condição de menor ressecamento do ar. Entretanto, se o sistema silvipastoril estiver associado a uma área onde predomina a pastagem convencional ou a agricultura, corre o risco de exaurir mais rapidamente suas reservas de água. Com o aumento da demanda evapotranspirativa da atmosfera, a árvore pode competir mais intensamente com o cultivo associado pela água disponível no solo, promovendo seu ressecamento mais rapidamente. Em especial, quando estas áreas adjacentes tiverem amplitudes térmicas maiores, com maiores quedas da umidade relativa do ar, e gerarem brisas e ventos, que carreiam a umidade, num processo que procura distribuir a umidade para as áreas com maior demanda atmosférica.

Além disso, sistemas silvipastoris podem contribuir para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e os efeitos do aquecimento global e das mudanças climáticas por meio de fixação de carbono (no solo e na biomassa aérea), aumento da eficiência de produção, redução da emissão de metano ruminal e por causa do melhor valor nutricional da dieta animal. Esses eventos levam à redução da pegada de carbono (p.e. menos carbono emitido por quilograma de carne) do produto final, o que é altamente desejável. As árvores de sistemas silvipastoris servem como instrumento para a renovação e recuperação de pastagens e favorecem a ciclagem de nutrientes, especialmente pelo uso de leguminosas lenhosas, auxiliando na disponibilização desses recursos para os

cultivos associados. Estima-se que sistemas agroflorestais (SAF) possam armazenar de 0,29 a 15,21 C t ha^{-1} ano^{-1} acima do solo e de 30 a 300 t ha^{-1} ano^{-1} até 1 m de profundidade do solo. O acúmulo de C orgânico no solo cresce com o aumento da diversidade e da densidade de árvores (Nair, 2011).

O desmatamento e a degradação ambiental de grandes áreas pode afetar o clima local mais que o aquecimento global (Primavesi, 2013). Pois as amplitudes térmicas podem ser de até 13ºC contra os 1ºC a 3ºC do aquecimento global, e que reduzem significativamente a umidade relativa do ar, especialmente nas horas mais propícias para a fotossíntese e produção vegetal, que fica assim prejudicada, pois as folhas murcham e os estômatos se fecham.

Biodiversidade

A biodiversidade inclui a riqueza, a abundância relativa e a composição de espécies, genótipos, grupos funcionais e ecossistemas. A redução da biodiversidade pode afetar negativamente o funcionamento e a estabilidade dos ecossistemas e diminuir o bem-estar humano ao reduzir a provisão de serviços ambientais naturais.

As propostas de conservação da biodiversidade combinam ações que visam o aumento da conectividade dos remanescentes de vegetação original, a melhoria na qualidade do habitat nas áreas de produção e o aumento da heterogeneidade das paisagens. Assim, sistemas silvipastoris contribuem para promover a conservação da biodiversidade, por meio de provisão de habitat para espécies que toleram alguma perturbação, da conservação de germoplasma de espécies ameaçadas, que podem inclusive integrar os sistemas de produção, e da redução da pressão sobre áreas naturais. Por exemplo, ao se produzir, nestes sistemas, lenha e madeira para serraria, há menor necessidade de exploração de remanescentes naturais. Sistemas silvipastoris podem contribuir também para o aumento da conectividade e proteção de remanescentes naturais. Apesar da maioria das espécies conseguir se dispersar a partir de uma área de vegetação nativa por até 350 m em áreas abertas adjacentes às florestas nativas, alguns insetos e aves não atravessam distâncias acima de 100 m. Considerando-se que as pastagens brasileiras nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia apresentarem de 4 a 5 árvores por hectare (Andrade et al., 2012), é fácil perceber-se como a arborização de pastagens pode contribuir fortemente para formar corredores para a fauna. Ainda em sistemas silvipastoris pouco diversos, formados por braquiária e eucalipto, estes fornecem poleiros e abrigos para as aves, permitindo assim a transposição de trechos mais longos entre fragmentos de vegetação natural. Sistemas silvipastoris também auxiliam na manutenção da biodiversidade ao prover serviços ambientais como controle da erosão e recarga da água, evitando a degradação e perda dos habitats próximos. Aqui pode ser destacado que as fileiras de arvores podem atuar como barreiras que dificultam a propagação de pragas e patogenias levadas pelos ventos.

Entretanto, deve-se ressaltar que sistemas agroflorestais, mesmo diversificados, não substituem as áreas de vegetação nativa. Um estudo na Costa Rica mostrou que no sistema agroflorestal houve redução no número de espécies de pássaros especializados da floresta, predominando os generalistas e os de campo aberto, quando comparado à área de mata (Harvey; González Villalobos, 2007). Esses estudos enfatizam a importância da

manutenção de áreas de vegetação nativa interligadas, em ambientes onde predominam áreas alteradas pelo homem (pastagens ou agricultura).

A maior complexidade estrutural favorece a biodiversidade, que, em regra, é fundamental para a redução do parasitismo (Grønvold et al. 1996; Keesing et al. 2009). Assim, ambientes de alta diversidade favorecem o controle de pragas e de doenças (Civitello et al. 2015). Maior diversidade da cobertura vegetal implica em maior disponibilidade de recursos, como abrigo e alimento, ao longo do ano, e, por conseguinte, favorecem uma variedade de organismos. Como exemplo, na Colômbia, a população de besouros coprófagos aumentou nos sistemas silvipastoris, comparado à pastagem em monocultivo (Giraldo et al., 2011), reduzindo assim o número de mosca-do-chifre adultas e suas larvas. Soca et al. (2002) relataram maior degradação do bolo fecal no sistema silvipastoril comparados a pastagem solteira (94% vs. 40%), relacionando-a a maior riqueza da fauna do solo, especialmente besouros coprófagos. Estes besouros destroem e enterram o bolo fecal, expondo ovos e larvas de parasitas a outros predadores e aumentando os riscos de ressecamento. No Brasil, a menor infestação de bovinos por mosca-dos-chifres em SSP (comparado a pastagem solteira) foi relacionada à maior presença de inimigos naturais (Gusmão et al., 2015 ; Nicodemo et al., 2015).

Considerações finais

Sistemas silvipastoris bem conduzidos constituem sistemas de produção agrícola que alcançam maior eficiência no uso de recursos, com menor pegada ecológica, de água, de nitrogênio e de carbono, para a obtenção do produto final. Portanto, tais sistemas constituem um passo à frente no desenvolvimento de sistemas agrícolas conservacionistas, com maior grau de sustentabilidade, e que podem contribuir para assegurar as condições propícias para manter a vida superior e a produção de biomassa útil e de água, de maneira eficaz, especialmente nas regiões tropicais. Isso causa um reflexo positivo sobre o planeta, com água residente em solo permeável (alongando o ciclo da água), com estruturas vaporizadoras e diversificadas permanentes, mantendo temperatura e umidade estáveis, além de acumular carbono.

Referências

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystemas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1-3, p. 19-31, June 1999.

ANDRADE, C. M. S. de; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. de. **Guia ARBOPASTO**: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 345 p.

BANCO MUNDIAL. **Evaluación ambiental**: zona de deforestación crítica meta – Colombia. [2013]. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/967461468026070473/Evaluacion-ambiental-zona-de-deforestacion-critica-meta>. Acesso em: 21 nov. 2014.

BORGES, M. J.; PISSARA,T.; VALERI, S. V.; OKUMURA, E. M. Reflorestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital, Jaboticabal, SP. **Scientia Forestalis**, v. 69, p. 93-103, dez. 2005.

CARVALHO, M. M.; FERNANDES, E. N.; ALVIM, M.; XAVIER, D. F. Experiências com sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos**: sustento da vida e sustento de vida: anais. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; [Campos dos Goytacazes]: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. p. 125-140.

CHU, B. **Sorption and transport of veterinary antibiotics in agroforestry buffer, grass buffer and cropland soils**. 2011. 174 l. Dissertation (Doctor of Philosophy) - University of Missouri, Columbia.

CIVITELLO, D. J.; COHEN, J.; FATIMA, H.; HALSTEAD, N. T.; LIRIANO, J.; MCMAHON, T. A.; ORTEGA, C. N.; SAUER, E. L.; SEHGAL, T.; YOUNG, S.; ROHR, J. R. Biodiversity inhibits parasites: broad evidence for the dilution effect. **PNAS**, v. 112, n. 28, p. 8667–8671, July 2015.

FEARNSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 63-65, 2004.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F. C. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras**... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 24 p. 1 CD ROM.

GEO Brasil 2002: perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Brasília, DF: Edições Ibama, 2002. 447 p. Disponível em:<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2014.

GIRALDO, C.; ESCOBAR, F.; CHARÁ, J. D.; CALLE, Z. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, p. 115-122, 2011.

GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; BUCCI, S. J.; SCHOLZ, F. G.; FRANCO, A. C.; HOFFMANN, W. A. Water economy of Neotropical savanna trees: six paradigms revisited. **Tree Physiology**, v. 28, n. 3, p. 395-404, Mar. 2008.

GRØNVOLD, J., HENRIKSEN, S. A., LARSEN, M.; NANSEN, P.; WOLSTRUP, J. Biological control aspects of biological control—with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v. 64, n. 1-2, p. 47-64, Aug. 1996.

GUSMAO, M. R.; INACIO, G. R.; OLIVEIRA, M. C. de S.; NICODEMO, M. L. F.; PEZZOPANE, J. R. M. Diversity of invertebrates associated with dung patches in two livestock systems. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS, 2015, Brasília, DF. **Anais**... Brasília, DF: Embrapa, 2015.

HARVEY, C. A.; GONZÁLEZ VILLALOBOS, J. A. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 8, p. 2257-292, July 2007.

JACKSON, R. B.; SPERRY, J. S.; DAWSON, T. E. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions. **Trends in Plant Science**, v. 5, n. 11, p. 482-488, Nov. 2000.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1-10, May 2009.

KEESING, F.; BRUNNER, J.; DUERR, S.; KILLILEA, M.; LOGIUDICE, K.; SCHMIDT, K.; VUONG, H.; OSTFELD, R. S. Hosts as ecological traps for the vector of Lyme disease. **Proceedings of the Royal Society B**: Biological Sciences, v. 276, p. 3911-3919, 2009.

LIMA, P. R. de A. **Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo**. 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

LIN, C. H; LERCH, R. N.; GOYNE, K. W.; GARRETT, H. E. Reducing herbicide and veterinary antibiotics losses from agroecosystems using vegetatitive buffers. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, p. 791-799, Mar. 2011.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2014.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784-790, May 2011.

NAIR, P. K. R. Grand challenges in agroecology and land use systems. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 1-4, Jan. 2014.

NICODEMO, M. L. F.; OLIVEIRA, M. C. de S.; BILHASSI, T. B.; NÉO, T. A.; GONÇALVES, T. C.; RABELO, M. D.; GIGLIOTI, R.; PEZZOPANE, J. R. M.; GUSMAO, M. R. La infección con parásitos gastrointestinales e infestación por ectoparásitos en el ganado en el sistema silvopastoral en comparación con el sistema convencional. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 3.; CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES, 8., 2015, Argentina. **Anais**... Iguazú-Misiones, Argentina: INTA, 2015. p. 27-30.

ONG, C. K.; SWALLOW, B. M. Water productivity in forestry and agroforestry. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture**: limits and opportunities for improvement. Wallingford: CAB International, 2003. p. 217-228.

PRIMAVESI, O. **Manejo ambiental agrícola, para agricultura tropical agronômica e sociedade**. São Paulo: Ceres, 2013. 840 p.

REED, J.; VIANEN. J. van; FOLI, S.; CLENDENNING, J.; YANG, K.; MACDONALD, M.; PETROKOFSKY, G.; PADOCH, C.; SUNDERLAND. T. Tree for life: the ecosystem service contribution of trees to food production and livelihood in the tropics. **Forest Policy and Economics**, v. 84, p. 62-71, Nov. 2017.

SAMPAIO, G., NOBRE, C.; COSTA, M. H.; SATYAMURTY, P.; SOARES-FILHO, B. S.; CARDOSO, M. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. L17709 , 2007.

SCHENK, H. J.; JACKSON, R. B. Mapping the global distribution of deep roots in relation to climate and soil characteristics. **Geoderma**, v. 126, n. 1-2, p. 129-140, May 2005.

SOCA, M.; SIMÓN, L.; SÁNCHEZ, S.; GÓMEZ, E. Dinámica parasitológica em bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. **Agroforesteria em las Américas**, v. 9, p. 33–34, 2002.

SPRACKLEN, D. V.; ARNOLD, S. R.; TAYLOR. C. M. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. **Nature**, v. 489, p. 282–285, Sept. 2012.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; DE VRIES, W.; DE WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYES, B.; SÖRLIN, S. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, Feb. 2015.

TELLES, T. S. **Os custos da erosão do solo**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 61, 2010.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 11

Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados

Eduardo Delgado Assad
Susian Christian Martins
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Balbino Antônio Evangelista

Introdução

Durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15) o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no país, projetadas para 2020 entre 36,1% e 38,9%. Estimava-se naquele momento uma diminuição em torno de um bilhão de toneladas de CO_2 eqfiuivalente (t CO_2 eq) até o ano de 2020.

Os acordos firmados foram contestados na época, mas estão muito aquém da capacidade de redução de emissões da agricultura brasileira. Isto porque a avaliação potencial não deve levar em consideração o horizonte temporal e sim a quantidade de emissões que podem ser evitadas considerando-se o atual e futuro uso do solo no país. Como exemplo, o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) da Universidade Federal de Goiás (https://pastagem.org/index.php/pt-br) aponta que existem 48 milhões de hectares de pastos degradados no Brasil. Tomando-se como indicador de degradação a taxa de lotação pecuária de 0,4 unidades animal ha^{-1} ano^{-1}, estima-se que a capacidade potencial de reduzir as emissões pela recuperação de pastagens degradadas no país seja muito maior do que o negociado em Copenhague.

São várias as práticas agrícolas que promovem a redução de emissões de GEE. Dentre as ações propostas para a redução dessas emissões, vinculadas ao plano setorial da agricultura, citam-se recuperação de pastagens, integração lavoura-pecuária, fixação biológica de nitrogênio, reflorestamento, tratamento de dejetos animais, adaptação às mudanças climáticas e ampliação da área com plantio direto.

A estimativa do último inventário de GEE é de que as emissões na agricultura brasileira ultrapassem 470 milhões de toneladas de CO_2 eq. O setor agrícola, em função de suas características, é extremamente vulnerável às mudanças do clima. Por isso, é necessário um esforço conjunto, tanto no desenvolvimento de novas tecnologias que promovam o incremento da produtividade, quanto na implementação de ações que promovam a convergência entre o aumento da produção sustentável de alimentos e a redução das emissões de GEE.

As atividades agropecuárias geram emissões diretas e indiretas de GEE por diversos processos, tais como:

- Fermentação entérica nos herbívoros ruminantes, que emite metano (CH_4);
- Dejetos de animais, que emitem principalmente de CH_4 e de óxido nitroso (N_2O);
- Preparo convencional do solo e calagem, que emitem dióxido de carbono (CO_2);
- Cultivo de arroz inundado, que emite CH_4;
- Queima de resíduos agrícolas que emite CO_2, CH_4, N_2O, entre outros;
- Uso de fertilizantes nitrogenados que emite N_2O do solo; e
- Consumo de combustíveis fósseis que emitem CO_2. Esse consumo se dá por meio i) da utilização de insumos como fertilizantes, herbicidas e fungicidas que, para sua produção industrial, demandam grandes quantidades de energia, ii) para a movimentação de máquinas e iii) no transporte de produtos agrícolas.

Desde 1996, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT&I) é responsável pelo inventário das emissões de GEE no Brasil, procurando quantificar as emissões de cada setor. As métricas e os métodos de cálculo e estimativas das emissões são bem conhecidas e fazem parte do inventário nacional do MCT&I e da ferramenta do "GHG protocol" da Agricultura (Protocolo de gases de efeito estufa) desenvolvida no Brasil pela World Resources Institute (WRI).

No Brasil, as emissões estimadas de GEE do setor agrícola e de mudanças no uso do solo contribuem, respectivamente, com 22% e 51% das emissões nacionais[1]. Entre 1990 e 2015 as emissões brutas de GEE brasileiras passaram de 1,86 $GtCO_2$ eq para 1,92 $GtCO_2$ eq, um aumento de 3,5%. A trajetória das emissões, contudo, teve períodos distintos de crescimento e redução, sendo que a partir de 2013 houve uma reversão de tendências, com subida das emissões motivada pelo aumento de desmatamento na Amazônia e pelo aumento do uso de combustíveis fósseis na matriz energética. Quando são consideradas as remoções de CO_2 da atmosfera por alterações do uso da terra (ex. pastagem que vira floresta secundária) e por manutenção de florestas naturais em terras indígenas e unidades de conservação, por exemplo, observa-se que as emissões líquidas de GEE partiram de 1,43 $GtCO_2$ eq em 1990 e chegaram a 1,40 $GtCO_2$ eq em 2015, ou seja, houve uma redução de 2% no período.

A agricultura é ainda um dos principais emissores no país. E diante desse cenário, é imprescindível que o setor agropecuário adote imediatamente tecnologias de baixa emissão de carbono como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pois essa modalidade de sistema integrado, apesar de ser mais complexa, possibilita elevada redução na emissão de GEE devido à fixação de carbono na biomassa florestal e na matéria orgânica do solo.

As fontes de emissões na agricultura

De acordo com os métodos de cálculo do inventário brasileiro de GEE, coordenado pelo MCT&I, de maneira geral, as fontes de emissões na agricultura determinadas na escala do estabelecimento rural são:

- Adubação orgânica
- Aplicação de calcário
- Aplicação de defensivos agrícolas
- Aplicação de fertilizante nitrogenado sintético
- Consumo de energia elétrica
- Cultivo de arroz
- Dejetos de animais em pastagens
- Fermentação entérica
- Fontes secundárias (deposição atmosférica e lixiviação ou escoamento superficial)

1 Segundo Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (MCTI, 2016), disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228468.pdf.

- Manejo de dejetos
- Manejo de dejetos de animais (exceto animais em pastagens)
- Mudança de uso do solo
- Operações mecanizadas
- Queima de resíduos vegetais
- Resíduos das culturas

Os gases de efeito estufa

Os conceitos e definições dos GEE utilizados neste capítulo têm como referência o Volume 1 do Painel Brasileiro de Mudanças do Clima, lançado em janeiro de 2015. As definições e conceitos indicam que o clima na Terra é regulado pelo fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera na forma de luz visível e de raios ultravioletas. Parte dessa energia é devolvida pela Terra na forma de radiação infravermelha. Os GEE são gases presentes na atmosfera terrestre que têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação infravermelha. Muitos deles, como vapor d'água, CO_2, CH_4 e N_2O e ozônio (O_3), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta. Sem eles a Terra seria, em média, cerca de 30°C mais fria.

Como consequência das atividades do homem na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como CO_2, CH_4 e N_2O, vem aumentando na atmosfera. As últimas medições feitas na estação de Mauna Loa no Havai, indicam que a concentração atmosférica de CO_2 já ultrapassou 400 partes por milhão (ppm) (http://www.esrl.noaa.gov/gmd/obop/mlo/). A taxa de aumento da concentração de CO_2 é da ordem de 2,5 ppm/ano (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2005). Além disso, passou a ocorrer emissão de outros GEE, na forma de compostos químicos produzidos somente pelo homem, tais como clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hidrofluorclorocarbonos (HCFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF6).

Recentemente, a Agência Espacial Americana (NASA) lançou um satélite, OCO-2, cujo objetivo é monitorar as concentrações de CO_2 no planeta. Na Figura 1, pode-se observar uma imagem obtida por este satélite em outubro/novembro de 2014, com as variações da concentração de CO_2 na Terra.

No período indicado na Figura 1, as concentrações de CO_2 verificadas na região Centro-Oeste e parte da Amazônia do Brasil foram superiores a 400 ppm. Dependendo do período do ano, há uma oscilação no valor nominal das emissões. Entretanto os valores médios anuais das concentrações atmosféricas já são superiores a 400 ppm.

As emissões pela agricultura incluem apenas as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de oito GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal. Por isso, não são incluídos nos cálculos os gases CFCs e os HCFCs, que destroem a camada de ozônio, que já são controlados pelo Protocolo de Montreal e, portanto, não foram incluídos no Protocolo de Kyoto.

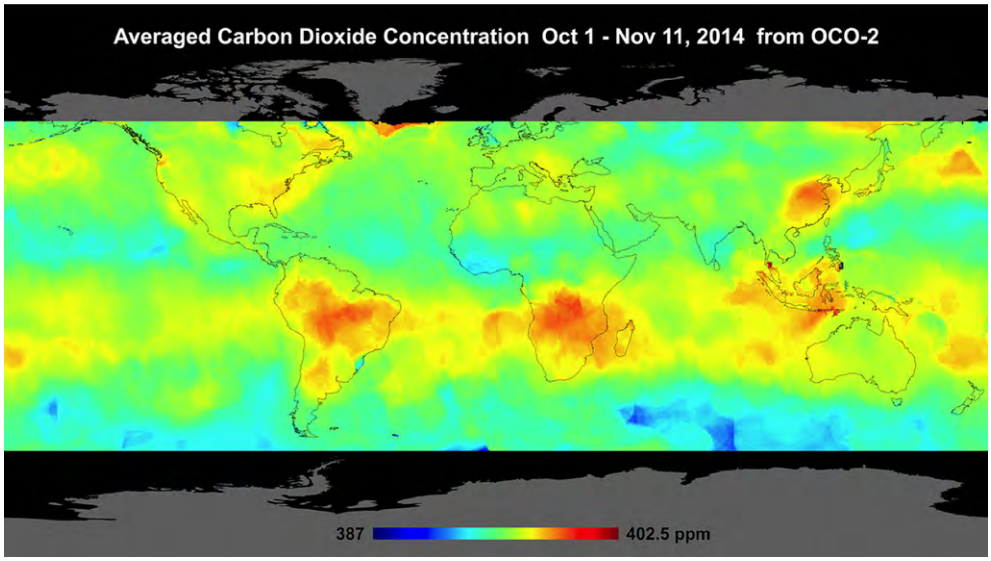


Figura 1. Concentração de CO_2 na superfície da Terra em outubro/novembro de 2014[2].

Os GEE cujas emissões antrópicas e remoções são tipicamente relacionados às atividades de uma cadeia agrícola são: CO_2, CH_4 e N_2O. Alguns outros gases, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC) são considerados gases precursores do efeito estufa, pois possuem influência nas reações químicas que ocorrem na atmosfera.

O dióxido de carbono equivalente (CO_2eq)

Dióxido de carbono equivalente (CO_2eq) é uma medida utilizada para equalizar as emissões de vários GEE com base na importância relativa de cada gás, em relação ao CO_2, na produção de uma quantidade de energia (por área unitária) vários anos após um impulso de emissão.

Para o cálculo do CO_2eq são utilizadas algumas conversões, sendo que a mais comum é o GWP (*Global Warming Potential*) proposto pelo IPCC (da sigla em inglês de Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (AR4)[3] já examinava métricas alternativas ao GWP e o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5)[4] aprofundou essa análise. Entre as métricas propostas e apresentadas no AR4 está o Global Temperature Potential (GTP). No inventário nacional brasileiro, o cálculo deve ser realizado em unidades de massa de cada gás de efeito estufa utilizando a métrica do GWP-100 do AR4, seguindo as diretrizes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), conforme Tabela 1. Entretanto no Terceiro Inventário Nacional, as emissões são calculadas em GWP e GTP e comparadas.

[2] Disponível em: http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/datareleases/images/oco-2_global_image.png.
[3] Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html.
[4] Disponível em: www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.UtRjZfRDvX0.

Tabela 1. Conversão de emissões em GWP-100 e GTP-100.

Gás	GTP-100	GWP-100
CO_2	1	1
CH_4	5	25
N_2O	270	298
HFC-125	1.113	3.500
HFC-134ª	55	1.300
HFC-143ª	4.288	1.430
HFC-152ª	0,1	124
CF_4	10.052	7.390
C_2F_6	22.468	12.200
SF_6	40.935	22.800

* "a" é um indicador de pureza do gás. Essas classificações seguem a Norma ANSI/ASHRAE 34-2010 (Substitui a Norma ANSI/ASHRAE 34-2007). Inclui Adendos do ANSI/ASHRAE. NORMA ASHRAE: Designação e classificação de segurança de gás refrigerante.

O que é o GTP e o GWP?

Como dito anteriormente, diferentes métricas são encontradas na literatura. As adotadas pelo IPCC são:

Potencial de Aquecimento Global (PAG) (sigla em inglês GWP)

É uma métrica que estima a contribuição relativa de um determinado gás de efeito estufa para o aquecimento global em relação à mesma quantidade de um gás de referência, geralmente CO_2, cujo PAG é definido como 1 e depende diretamente da forçante radiativa (Figura 2).

O PAG é calculado sobre um intervalo de tempo específico, o qual deve ser declarado juntamente com o valor de PAG. Como exemplo, o PAG do CH_4 em 100 anos é 25 vezes maior do que o PAG do CO_2, ou seja, uma tonelada de metano tem um poder de aquecimento 25 vezes maior do que o de uma tonelada de CO_2. Interessante observar que o PAG do óxido nitroso é 310, todavia, a partir de 2015, pelas indicações do relatório do IPCC AR4 (Figura 2), a relação adotada será de 25 para o CH_4 e de 298 para o N_2O.

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC AR4) define o conceito de forçante radiativa (FR) como a diferença em irradiância líquida na tropopausa (zona atmosférica limite entre a troposfera e a estratosfera), em unidades de W m-2, entre um estado de referência e um estado perturbado. A perturbação ocorre pela ação de um agente forçante enquanto as temperaturas de superfície e da troposfera são mantidas fixas, mas permitindo-se que a estratosfera atinja o equilíbrio radiativo (Forster et al., 2007). O relaxamento da temperatura estratosférica é importante em processos que modificam o perfil de temperatura nessa camada da atmosfera (e.g. FR devido à redução de ozônio estratosférico) (Haywood & Boucher, 2000). Por exemplo, uma forçante negativa indica um maior fluxo de energia deixando o sistema terrestre na tropopausa em um estado perturbado devido a um agente climático, comparado ao estado de referência. Com isso, tal agente representaria um efeito líquido de resfriamento sobre o clima, enquanto um agente com FR positiva indica um efeito de aquecimento climático. A escolha de um estado de referência pode ser subjetiva, sendo que alguns autores definem a era pré-industrial, ou então o ano de 1750, como tal estado (e.g. IPCC, AR4). Uma caracterização climática da era pré-industrial depende, no entanto, de um conjunto de hipóteses e considerações para sua modelagem e, necessariamente, essa escolha carrega certo grau de arbitrariedade. Outra opção é considerar a completa ausência do agente forçante como estado de referência, e.g. atmosfera sem aerossóis quando se avalia a FR de aerossóis (Forster et al., 2007) ou ainda alguma definição de um nível "natural" ou não perturbado para o agente forçante (Forster et. al., 2007). Avaliações da FR feitas com definições diferentes sobre o estado de referência resultam em valores diversos para a mesma forçante. Portanto, qualquer comparação entre estimativas da FR deve esclarecer se a mesma referência foi utilizada.

Figura 2. O conceito de forçante radiativa (PBMC, 2014, volume 1).

Potencial de Temperatura Global (PTG) (sigla em inglês GTP)

Indica o potencial da variação da temperatura à superfície, devido à emissão de um determinado gás de efeito estufa, tendo como referência a emissão de um gás comumente adotado, o CO_2 (Shine et al., 2005). Neste caso, a relação entre CO_2 e CH_4 é de cinco vezes e entre CO_2 e N_2O é de 270 vezes, conforme indicado na Tabela 1. Na Tabela 2 são indicados os gases emitidos por fonte de emissão, principalmente, na agricultura.

Tabela 2. Gases responsáveis pelo efeito estufa e suas respectivas fontes de emissão.

GEE	Fontes de Emissão
CO_2	Mudança no uso do solo e desmatamento Queima de combustíveis fósseis
CH_4	Mudança no uso do solo e desmatamento Agropecuária (fermentação entérica, manejo de dejetos de animais, cultivo de arroz irrigado, queima de resíduos agrícolas) Tratamento de resíduos (lixo e esgoto industrial e doméstico)
NO_2	Agropecuária (principalmente associado ao manejo de dejetos de animais, solos agrícolas, queima de resíduos agrícolas) Mudança no uso do solo e desmatamento
GEE Indireto*	
CO	Agropecuária (queima de cana-de-açúcar na colheita) Queimadas em mudança no uso do solo e desmatamento
NOx	Agropecuária (queima de resíduos de cana-de-açúcar e algodão) Queimadas em mudança no uso do solo e desmatamento

* Gases que influenciam as reações químicas na troposfera, e que provocam indiretamente aquecimento da atmosfera

Segundo o SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa), do Observatório do Clima da Fundação Getulio Vargas, "no período 1990-2015, as emissões globais cresceram de forma quase contínua mais de 35%, alcançando cerca de 55 bilhões de toneladas ($GtCO_2$ eq). No Brasil, as variações ao longo do tempo são explicadas especialmente pelas alterações do uso da terra (em especial o desmatamento na Amazônia), que já chegaram a representar quase 80% das emissões brutas brasileiras (2003/2004) e atualmente caíram para 46% do total, mas mantêm-se como principal fonte de emissões no país.Quando consideradas as emissões líquidas, as alterações de uso da terra representam 26% das emissões, menos do que energia e agropecuária (30% e 32% respectivamente). O levantamento das emissões nos diferentes setores permite observar dois comportamentos. Enquanto no caso de mudanças de uso da terra as emissões têm grandes oscilações ao longo do tempo, acompanhando a dinâmica do desmatamento, nos casos de energia, agropecuária, processos industriais e resíduos as emissões têm tido um crescimento contínuo desde os anos 1970. No entanto, mesmo considerando as oscilações, o setor de mudanças de uso da terra apresentou uma queda de 20% nas emissões brutas no período de 1990 a 2015 (ou 59% de queda, se consideradas emissões líquidas). Os setores de energia e resíduos foram os que apresentaram maior aumento, com incrementos de 140% e 147% respectivamente, seguidos de processos industriais, com aumento de emissões em 93%, e do setor agropecuário, cuja alta registrada foi de 48% no período. Quando se excluem as emissões de mudança de uso da terra em todo o período de 46 anos, entre de 1970 e 2015, somente houve queda de emissões em quatro anos de crise econômica: 1981, 1983, 1990 e 2009 – ainda assim, quedas pequenas, de 1% a 2%. Mas, já no ano seguinte, as emissões voltaram a subir".

Como ocorrem as remoções de gases na agricultura?

Estratégias relevantes para redução da emissão dos GEE consistem em redução da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gasolina, diesel, carvão mineral), minimização de desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e maximização das remoções de CO_2, chamadas de "sequestro de carbono".

Nesse último processo, o CO_2 da atmosfera é capturado pelas plantas (Figura 3) e transformado em compostos orgânicos por meio da fotossíntese, que é a reação entre o CO_2 e a água (H_2O), empregando a energia radiante (sol) e produzindo carboidratos (açúcares) e oxigênio (gás que retorna à atmosfera).

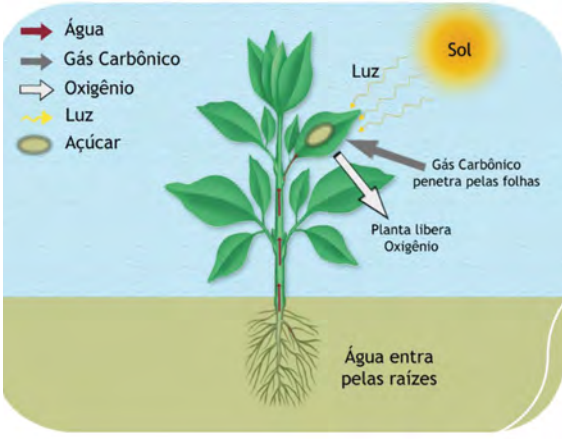


Figura 3. Representação esquemática do processo fotossintético
Fonte: Adaptado de Cordeiro et al., 2011).

A fotossíntese é uma reação bioquímica complexa, que se dá exclusivamente em presença da luz solar, sendo confinada aos cloroplastos, conforme demonstrado resumidamente na equação a seguir.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{Luz Solar}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Portanto, sintetizando, observa-se que moléculas de um gás atmosférico reagem com a água, em partes verdes das plantas (folhas, caule etc.) e em presença de luz, e se transformam em um composto orgânico em estado sólido com carbono em sua composição (carboidratos), liberando o gás oxigênio para a atmosfera.

Gás carbônico (C) + água = açúcar (C) + oxigênio

Após esse processo de remoção do carbono da atmosfera e incorporação pelas plantas verdes em compostos orgânicos, o elemento passa a desempenhar inúmeras funções na formação da biomassa e no metabolismo vegetal, sendo o componente de todos os compostos orgânicos (e.x. carboidratos, proteínas, lipídeos, aminoácidos, ácidos nucleicos, ácidos orgânicos, etc).

Com a morte das plantas, tem-se a formação dos resíduos vegetais (serrapilheira em áreas de floresta, liteira em áreas de pastagem ou palhada de culturas após a colheita). Com o passar do tempo, sofrem um processo de fragmentação por macrorganismos e, posteriormente, a decomposição por microrganismos do solo. Dessa forma, se o material não for protegido da ação biológica dos organismos do solo, ou se essa ação não for lenta, a maior parte dele retornará em pouco tempo para a atmosfera na forma de CO_2.

A manutenção dos resíduos na superfície, ao invés de sua incorporação, diminui seu contato com o solo, reduzindo a taxa de decomposição. Além disso, a ausência de revolvimento por implementos agrícolas, associada ao aumento da atividade biológica, promove a manutenção e formação de agregados do solo. Parte dos resíduos vegetais recém-adicionados ao solo permanecem no interior dos agregados e ficam protegidos da ação decompositora dos organismos do solo. O resultado final é o aumento da quantidade de compostos orgânicos preservados da ação biológica e o aumento da quantidade formada de carboorgânico total (COT)[5] e matéria orgânica do solo (MOS).

O acúmulo de MOS nos sistemas integrados de produção e, consequentemente, o seu potencial para a remoção de CO_2, já foi indicado por vários autores em diferentes ecorregiões brasileiras (Tarre et al., 2001; Alves et al., 2008; Macedo, 2009; Vilela et al., 2011; Assad et al., 2013; Pinto; Assad, 2014).

[5] O carbono orgânico total (COT) é o principal constituinte do solo, correspondendo a, aproximadamente, 58% da matéria orgânica do solo (MOS), que, por sua vez, resulta do processamento e da decomposição parcial dos resíduos vegetais ou dos materiais orgânicos (biomassa) existentes no ambiente (Cordeiro et al., 2011).

Dessa forma, os sistemas de produção que utilizam ILPF com preparo mínimo ou sem preparo do solo e com manutenção de palhada passam da condição de fonte de CO_2 rumo à atmosfera para a condição de dreno ou assimilação de CO_2 para o solo (Figura 4)

Foto: Breno Lobato



Figura 4. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com alta eficiência de remoção de carbono da atmosfera.

Portanto, sistemas mais complexos como a ILP (integração lavoura-pecuária) ou a ILPF (integração lavoura-pecuária floresta), por conterem o componente forrageiro e florestal, têm potencial de contribuir na retenção de carbono em solo e biomassa, bem como na redução de emissões de GEE.

Adicionalmente, em sistemas de ILPF, parte do CO2 removido poderá auxiliar na redução de emissões em outros setores além da agricultura, se a madeira obtida for utilizada para produção de móveis ou para a geração de energia. A produção de energia a partir de árvores plantadas pode substituir o uso de combustíveis fósseis. Essa substituição de uma fonte não renovável de energia (petróleo) por uma fonte renovável (carvão vegetal) pode ser contabilizada como redução de emissão de GEE.

Potencial de mitigação de gases de efeito estufa via ILPF

Utilizando como referência a capacidade de redução de emissões dos sistemas de produção, no Brasil foi aprovada a lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009, instituindo a Política Nacional de Mudanças do Clima. O Decreto nº 7.390/2010 determina que o Plano Nacional sobre Mudança do Clima seja integrado pelos planos setoriais, dentre eles o plano

para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, que ficou conhecido como agricultura ABC. Ainda em 2010, por meio de instrução normativa do Conselho Monetário Nacional, foi criado o Programa ABC que estabelece linhas de crédito especiais para práticas agrícolas estabelecidas no Plano ABC.

Em 2009, o país se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE de 36,1% a 38,9% (cerca de 1 bilhão de toneladas de CO_2 eq) em relação ao que emitiria em 2020. Nesse contexto, a meta para o setor agropecuário é reduzir de 133,9 a 162,9 milhões t CO_2 eq até 2020 por meio da adoção de diversas técnicas agropecuárias mitigadoras de GEE.

Considerando o perfil tecnológico do setor e a disponibilidade de tecnologias capazes de assegurar uma produção agrícola cada vez mais eficiente, com a vantagem adicional de baixas emissões líquidas[6] de GEE e uso racional dos recursos naturais, verifica-se que o potencial de mitigação da agropecuária vai muito além das metas estipuladas no Plano ABC. Especificamente nos casos da ILP (integração lavoura-pecuária), ILPF (integração lavoura pecuária floresta) e dos SAFs (Sistemas Agroflorestais), o potencial pode ser maior do que a recuperação das pastagens (Salton, 2005; Macedo, 2009).

O alto teor de matéria orgânica (MO) na superfície do solo é um dos principais benefícios dos sistemas integrados, quando associados às práticas de manejo e conservação do solo. Isto porque essas práticas melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo, enquanto o cultivo de monocultura sob o sistema convencional por alguns anos ocasiona a perda de MO e, consequentemente, compromete a qualidade do solo.

Souza et al. (1997), em experimento de longa duração 1975-1992) estudaram os teores de MO em sistema de cultivo anual, onde cultivou-se soja por dez anos, milho por dois anos e a partir do 13º cultivo, a seqüência soja-milho; e um sistema cultura anual/pastagem, onde se cultivou soja por dois anos, braquiária (*Urochloa humidicola*) por nove anos, soja por um ano e, a partir do 13º cultivo, a seqüência soja-milho. Na *U. humidicola*, os tratamentos de adubação anual com superfosfato simples foram suspensos após o 3º ano de seu estabelecimento. Os autores observaram níveis inferiores de MO na monocultura e que, após o estabelecimento da pastagem, o teor de MO aumentou continuamente, decrescendo quando se retornou às culturas anuais no sistema; contudo, até o último ano, observou-se uma diferença em torno de 30% a mais em relação ao sistema de rotação de cultivos anuais (Figura 5). A maior eficiência do sistema anual/pastagem em utilizar o P pode ser atribuída à maior capacidade da forrageira, que participou deste sistema por nove anos, em absorver este nutriente e transformá-lo em biomassa, resultando em aumento significativo no teor de MOS.

[6] O Guia do IPCC prevê a contabilização, para fins de inventário, das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. As estimativas de emissões brutas de gases de efeito estufa não consideram a remoção de CO2 pelas mudanças de uso do solo, isto é, a quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação. Quando há desconto das remoções, as estimativas são de emissões liquidas (emissões menos remoções).

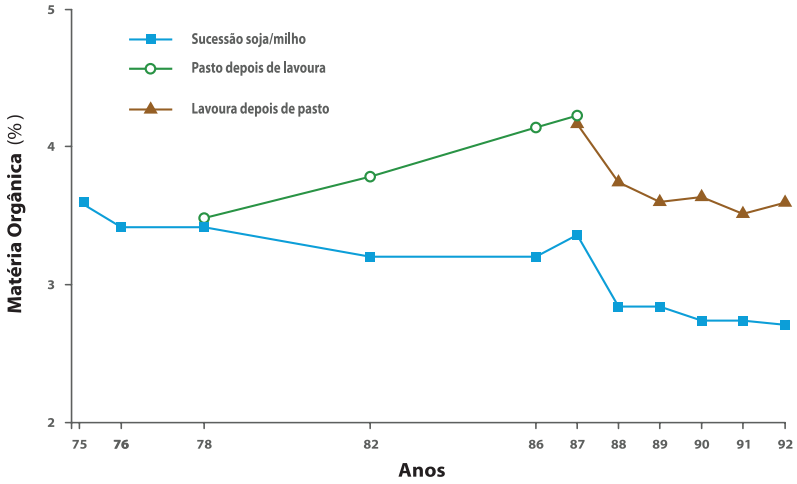


Figura 5. Dinâmica da matéria orgânica do solo na camada de 0-20 cm em dois sistemas de cultivo em experimento de longa duração.

Fonte: Adaptado de Souza et al. (1997).

Também em experimentos de longa duração conduzidos em Dourados (1995-2004), Maracaju (1993-2004) e Campo Grande (1993-2004), no Mato Grosso do Sul, Salton et al. (2011) avaliaram a vegetação natural e sistemas de manejo compostos de pastagens, lavouras anuais em preparo convencional e em plantio direto, e rotação de pastagem com lavoura. Os autores observaram que os maiores estoques de carbono no solo ocorreram nos sistemas com pastagem permanente, enquanto os menores valores ocorreram nos sistemas com lavouras; nos sistemas com integração lavoura-pastagem os estoques de carbono no solo assumiram valores intermediários.

A adoção da ILP em quatro milhões de hectares, como meta na agricultura ABC, corresponderia a uma redução de emissões de 18 a 28 milhões de t CO_2 eq ou mais. Nesse caso, haveria adicionalmente o benefício do "poupa-terra", ou seja, considerando-se a taxa de lotação de 0,4 unidades animais (UA) por hectare em pastagens degradadas e elevando-se essa taxa para 1,5 UA ha^{-1}, a diferença seria de 1,1 UA ha^{-1}. Com a adoção da ILP e ILPF, teria-se o adicional de 1,1 UA ha^{-1} em 19 milhões de hectares (considerando-se aqui mais 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, que é a meta do ABC para esta tecnologia), o que seria 20,9 milhões de UAs adicionais no sistema. Se for mantida a mesma capacidade de suporte nas pastagens degradadas, para atingir 20,9 milhões de novas UAs seria necessário desmatar mais 52,25 milhões de hectares.

Os sistemas integrados mais complexos, como ILP, ILPF e SAFs, podem gerar valores de redução de emissão ainda maiores devido à fixação adicional de carbono na biomassa florestal e no solo. Com a adoção dos sistemas de integração, considerando-se valor médio de 1,5 t C ha^{-1} em dez anos a partir de 2014 (valor inferior ao indicado por Alves et al., 2008) e considerando-se uma taxa de conversão anual de 400 mil hectares de pastagens degradadas (2,4 milhões de hectares até 2020) em ILP ou ILPF, pode-se atingir 15,3 milhões de t CO_2eq. Se for considerada toda a conversão prevista na agricultura ABC,

de pastagens degradadas em ILP ou ILPF, considerando-se um total de 42 milhões de hectares de pastagens degradadas, o potencial de mitigação seria de 230 milhões de t CO_2 eq ano^{-1}, o que em dez anos é maior do que o preconizado pela agricultura ABC.

Trabalhos desenvolvidos pela Embrapa e Unicamp, financiados pela Embaixada Britânica em 2012, via T*he Strategic Programme Fund (SPF) from Foreign and Commonwealth Office*, UK, "Mitigando Mudanças Climáticas no Setor Agrícola – PSF LCHG 0663", apontam uma diferença no estoque de C no solo entre pastagem degradada e ILP/ILPF, de 16 a 17 t C ha^{-1} em um horizonte de dez anos, o que corresponde a uma taxa de 1,6 a 1,7 t C ha^{-1} ano^{-1} (Tabela 3). Os trabalhos de Tarre et al. (2001) indicam que após dez anos do plantio atingiu-se a taxa de 1,17 t C ha^{-1} em sistema de pastagem de gramíneas consorciada com leguminosas.

Tabela 3. Estoque de carbono em sistemas de produção ILP, ILPF, pastagens degradadas e vegetação nativa. Valores médios em t C ha^{-1} ano^{-1}. Assad et al. (2013).

Região Geográfica do Brasil	Vegetação nativa	Pastagens degradadas	ILP	ILPF
Nordeste	59	50	47	54
Centro-Oeste	48	42	56	44
Sul	68	49	59	95
Sudeste	59	22	50	69
Média	58	40	52	66
Diferença média - pastagens degradadas	**+18**	**0**	**+12**	**+16**

A situação atual indica que 61% dos contratos do plano ABC são para recuperação de pastagens, 23% para atividades de plantio direto, 7% para ILPF e 6% para florestas plantadas (Análise..., 2014). Considerando-se que em um intervalo de dez anos seria possível atingir o valor médio da diferença entre o estoque de C em pastagens degradadas e em sistemas integrados ou recuperados, e que 42 milhões de hectares de pastagens degradadas poderiam ser recuperados e outros 15 milhões transformados em sistemas integrados, seria possível evitar emissões de 143 milhões de t CO_2 eq/ano. Assim, apenas com a recuperação de pastagens e uso dos sistemas de ILP e ILPF é possível propor metas de mitigação mais ousadas, que ultrapassam aquelas preconizadas pelo Plano ABC. Para este tipo de contabilidade é fundamental abater as emissões diretas dos bovinos, utilizando-se os fatores de emissão definidos por Lessa et al. (2014).

Considerações finais

Apesar de ainda ser o maior emissor de GEE no Brasil, o setor agropecuário apresenta potencial de redução em vários subsetores e processos. No setor de pecuária bovina, por exemplo, os sistemas integrados e as estratégias de manejo de pastagens apresentam grande potencial de redução de emissões e sequestro de GEE. Além disso, tais sistemas podem potencializar a competitividade do setor diante das exigências de mercados internacionais, valorizando a terra e os animais produzidos em sistemas de baixa emissão, bem como, podem alavancar a intensificação produtiva na pecuária.

Diante disso, pode-se admitir que a agricultura brasileira, via sistemas de integração, deixará de ser uma das principais responsáveis pela emissão de GEE e, em um futuro próximo, passará a ser considerada como uma eficaz mitigadora desses gases, além de aumentar a capacidade de produção desses sistemas.

Por fim, é importante destacar a necessidade de monitoramento por sensoriamento remoto do estoque de carbono no solo e na biomassa aérea das propriedades rurais com sistemas integrados, uma vez que, com a adoção dos sistemas de ILP ou ILPF, o estoque de carbono tende a aumentar gradualmente até atingir o estado de equilíbrio no solo.

Referências bibliográficas

ALVES, B.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; BODDEY, R. M. Dinâmica do carbono em solos sob pastagens. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais & subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 561-569.

ANÁLISE dos recursos do programa ABC: visão regional. São Paulo: FGV, 2014. 19 p. (Observatório ABC. Ano 2, Relatório 2). Disponível em: <http://observatorioabc.com.br/2014/10/34analise-dos-recursos-do-programa-abc-visao-regional/>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; MARTINS, S. C.; GROPPO, J. D.; SALGADO, P. R.; EVANGELISTA, B.; VASCONCELLOS, E.; SANO, E. E.; PAVÃO, E.; LUNA, R.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. **Biogeosciences**, v. 10, n. 10, p. 6141-6160, 2013.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. P.; MORAES, A. G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivosde sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011.

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SA, J. C. M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JUNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E. N.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF: MAPA, 2011. 75 p.

HAYWOOD, J.; BOUCHER, O. Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: a review. **Reviews Geophysics**, v. 38, n. 4, 513-543, Nov. 2000.

LESSA, A. C. R.; MADARI, B. E.; PAREDES, D. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, n.1 , p. 104-111, June 2014.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, jul. 2009. Número especial.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Earth System Research Laboratory. **Trends in Atmospheric Carbon Dioxide**. Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_growth>. Acesso em: 19 jan. 2015.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014, 464 pp.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. (Coord.). **Sumário executivo**: mitigando mudanças climáticas no setor agrícola: estoque de carbono nos solos da Amazônia-Brasil. Brasília, DF: Embrapa; Campinas: Unicamp, 2014. 25 p.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, out. 2011.

SHINE, K. P.; FUGLESTVEDT, J. S.; HAILEMARIAM, K.; STUBER, N. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. **Climatic Change**, v. 68, n. 3, p. 281-302, Feb. 2005.

SOUZA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A. e LOBATO, E. Eficiência da Adubação Fosfatada em Dois Sistemas de Cultivo em Latossolo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo**: anais. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p. 57-60.

TARRÉ, R. M.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; REZENDE, C. de P.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 234, n. 1, p. 15-26, July 2001.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.


Rodrigo Alva

Capítulo 12

Marcas-conceito e a proposta de uma Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono

Fabiana Villa Alves
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
Rodrigo da Costa Gomes
Davi José Bungenstab

O setor agropecuário brasileiro e sua busca por maior sustentabilidade

As mudanças climáticas têm sido relacionadas ao aquecimento global e atribuídas às emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE). Sendo um tema amplamente discutido, existe certo consenso no meio científico e entre os formadores de políticas públicas de que são necessárias medidas para sua contenção. Por outro lado, admite-se também que já existem alternativas comprovadamente efetivas para mitigação do problema e que estas estão disponíveis para praticamente os principais setores da economia (indústria, transportes, serviços, sociedade civil e agropecuária), o que auxiliaria no enfretamento do problema citado.

Em especial no Brasil, o setor agropecuário é alvo de repetidas críticas e desinformação, pois, em termos globais, suas emissões são proporcionalmente menores que a de outros países e setores. Por sua vez, o país não se esquiva de suas responsabilidades e compromissos com as gerações futuras, trabalhando proativamente na redução de suas próprias emissões, como também na formulação de políticas públicas voltadas à mitigação de carbono para vários setores que, no caso da agropecuária, privilegiam cultivos e práticas agrícolas melhoradas.

Em âmbito nacional, as mudanças de uso da terra, especialmente relacionadas com o desmatamento legal ou ilegal, são as principais causadoras de emissões de GEE, cujas reduções são ancoradas ao cumprimento da legislação ambiental nacional. Outro causador de emissões é a pecuária de corte que, no entanto, é responsável por uma fração muito pequena das emissões globais de GEEs. Neste aspecto, mesmo não impactando significativamente o balanço de GEE nacional e mundial, o setor brasileiro vem tomando atitudes proativas com relação ao assunto, por meio de iniciativas em diversos níveis, desde órgãos do Governo Federal estabelecendo políticas relacionadas com a cadeia da carne bovina até propriedades rurais individuais que voluntariamente decidiram contribuir para redução das emissões de GEE.

Adicionalmente, a contabilização do carbono em sistemas de produção é estratégica para consumidores, produtores e governos que buscam oportunidades de negócios no contexto de sustentabilidade, eficiência produtiva, mudanças climáticas, impactos ambientais, segurança alimentar e credibilidade internacional. Todavia, para que essas iniciativas recebam reconhecimento pelas instituições que lideram as discussões e tratativas sobre o assunto em nível global, em especial o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), devem ter não apenas seu processo de contabilização transparente, mas também as metodologias utilizadas corroboradas pelo meio científico, para que dessa forma possam permitir verificação.

Neste contexto, este capítulo apresenta uma iniciativa brasileira, liderada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, que vai além da simples contabilização de carbono, denominada "Carne Carbono Neutro", inserida na "Plataforma Pecuária de Baixo Carbono". Esta última envolve, entre outras iniciativas, a construção de marcas-conceito voltadas a diferentes produtos pecuários que tiveram suas emissões reduzidas

ou integralmente compensadas durante seu processo produtivo. Tais marcas-conceito agem como selos de garantia para a comercialização da carne bovina e seus derivados, cristalizando conceitos e valores intangíveis em símbolos de fácil distinção pelos seus compradores.

A plataforma pecuária de baixo carbono

Breve histórico

A Embrapa tem atuado na pesquisa e desenvolvimento de sistemas em integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) por mais de quatro décadas, desde sua criação, possibilitando sua adoção por produtores em diversas regiões do Brasil. Atualmente, estima-se que uma área de 12,5 milhões de hectares nos cinco principais biomas brasileiros, é ocupada por algum tipo de sistema em integração.

Considerando-se o compromisso brasileiro em mitigar suas emissões de GEE na pecuária e o potencial que as árvores presentes nos sistemas ILPF têm para fixar carbono, em 2012, foi idealizada pela Embrapa a marca-conceito "Carne Carbono Neutro" (CCN) (Figura 1), cujo objetivo é atestar a neutralização do metano emitido pelos bovinos produzidos em sistemas em integração do tipo silvipastoril (pecuária-floresta, IPF) ou agrossilvipastoril (lavoura-pecuária-floresta, ILPF), sendo todos os processos parametrizados e auditáveis, inclusive por auditoria de terceira-parte.



Figura 1. Selo "Carne Carbono Neutro" nas versões em português em inglês.

Em 2016, dentro de uma ótica de Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono que envolvesse diferentes sistemas e tecnologias de produção e seguindo as premissas de mensuração, relato e validação aplicada ao CCN, foi criada a marca-conceito Carne Baixo Carbono (CBC) (Figura 2).



Figura 2. Selo "Carne Baixo Carbono" nas versões em português em inglês.

A principal diferença entre ambas é que, nesta última, não é prevista a presença de árvores e o sequestro de carbono contabilizado é o que ocorre no solo por meio da intensificação das pastagens, principalmente, pelo uso de sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. Assim, nas diretrizes que embasam o protocolo de certificação voluntária para uso da marca CBC, são aceitos sistemas pecuários que não neutralizam totalmente as emissões dos animais, mas que mitigam parte dessas.

Adicionalmente, como complementação à Plataforma e visto as oportunidades geradas a partir dos dois primeiros selos, tem-se a proposição da "Carne Carbono Nativo" (CN), protocolo este voltado para a carne produzida a pasto, em sistemas com alta densidade de árvores nativas, o "Bezerro Carbono Neutro" (BCN), específico para sistemas de cria em ILPF, e o "Couro Carbono Neutro", de protocolo semelhante ao CCN porém dedicado à produção de peles com potencial de rastreabilidade e qualidade. Todos esses produtos, desenvolvidos dentro dos mesmos princípios de neutralização ou redução do saldo de emissões de sistemas de pecuária de corte pelo próprio sistema, preveem protocolos de certificação voluntária homologados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A marca Carne Carbono Neutro

A marca-conceito CCN é uma marca da Embrapa, registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), cujo uso é direcionado para carnes bovinas destinadas ao mercado interno e externo. Os elementos distintos da marca (Figura 1) simbolizam a fixação, a neutralização e a reciclagem do carbono, com alusão à letra "C". A cor verde simboliza a neutralização das emissões de GEEs por meio do sequestro e fixação de carbono realizado pelo componente arbóreo, presente obrigatoriamente no sistema (representado, de forma estilizada, por um ramo com duas folhas). A cor preta simboliza as emissões de GEEs do sistema (representadas, de forma estilizada, pelo cupim de um zebuíno).

Sua principal finalidade é garantir ao consumidor que os bovinos que deram origem ao produto (carne) tiveram suas emissões de metano entérico compensadas durante o processo de produção pelo crescimento das árvores presentes no sistema. Além disso, garantir alto grau de bem-estar animal, obtido pela presença de árvores em quantidade suficiente para fornecimento de sombra e, consequentemente, conforto térmico. Considera-se, assim, que os sistemas em integração habilitados a produzirem CCN são os do tipo integração pecuária-floresta (IPF), ou silvipastoril, e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), ou agrossilvipastoril.

Os cenários de referência (baseline) para a implantação de sistemas de IPF/ILPF e obtenção da certificação CCN são: (i) pastagem que não apresenta o componente arbóreo e; (ii) pastagem com presença de árvores nativas, que por sua vez não serão consideradas no cômputo do sequestro de carbono, caracterizando que o componente arbóreo implantado será o diferencial em relação ao sistema original.

Para o planejamento das áreas a serem certificadas, recomenda-se que sigam (ou tenham seguido) as diretrizes estabelecidas pelo Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono/ Plano ABC (Brasil, 2012). Outras instruções para a implantação dos sistemas são contidas em Castro e Paciullo (2006), Porfírio-da-Silva et al. (2009) e Serra et al. (2012).

A certificação CCN prevê a realização de análises de solo da área, na ocasião da implantação do sistema e, anualmente, durante sua execução. Estas análises, ao longo do tempo, deverão indicar teores de carbono no solo iguais ou superiores aos da análise inicial, comprovando, desta forma, que os lotes de carne provenientes do sistema foram produzidos em condições de melhoria do estoque de carbono no solo. Estas análises servirão como um indicador complementar de mitigação da emissão de GEEs, cujos valores não serão computados no balanço de carbono do sistema nesta primeira versão. Uma vez que os sistemas IPF e ILPF não preveem alto uso de insumos, não serão consideradas as emissões de GEEs decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados, de calcário, bem como aquelas provenientes dos dejetos dos animais em pastejo, até que as metodologias de mensuração destes estejam consolidadas e harmonizadas internacionalmente.

Ressalta-se que, apesar do CCN focar exclusivamente a neutralização dos GEE emitidos pelos animais, os sistemas IPF e ILPF apresentam potencial para virem a ser enquadrados no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e/ou remunerados pela prestação de serviços ambientais, por meio da contribuição do componente arbóreo na remoção de CO2 atmosférico, dentre outros.

Além disso, apesar de não ser o foco específico do CCN (mas sim do CBC conforme discutido adiante), a certificação por terceira parte, caso de todas as marcas-conceito da plataforma, garante que as pastagens sejam monitoradas quanto ao seu manejo adequado, durante o processo produtivo da carne, visto que manejos inadequados podem acarretar processo de degradação da pastagem, fato este que inviabilizaria a obtenção do selo. Informações técnicas a respeito do uso e manejo correto de forrageiras em sistemas de IPF/ILPF podem ser encontradas em Almeida et al. (2012), Fontaneli et al. (2012), Costa e Queiroz (2013) e Paciullo et al. (2015).

Dentre os componentes dos sistemas de IPF/ILPF, o componente arbóreo é aquele que apresenta maior capacidade de acúmulo de carbono. Por meio do crescimento das árvores, parte do CO_2 atmosférico é sequestrado pelas plantas para armazenamento de energia luminosa. Assim, ao retirar CO_2 da atmosfera, as árvores geram um saldo positivo para o sistema produtivo, possibilitando a neutralização dos GEEs liberados pelos demais componentes, mais notadamente, o metano entérico emitido pelos bovinos em pastejo.

Para a quantificação e acompanhamento do carbono acumulado pelas árvores presentes em área com sistema de IPF/ILPF, o primeiro passo é a execução do inventário florestal (Hush et al., 1993), de modo a determinar o crescimento real e potencial das árvores no sistema e, assim, estimar o carbono acumulado no fuste (tronco) das árvores.

Os softwares da série SIS (SisEucalipto, SisPinus, SisTeca, SisAcacia, SisAraucaria, SisBracatinga e SisCedro) desenvolvidos pela Embrapa permitem calcular o estoque de madeira disponível no momento da avaliação e a cada ano futuro, em termos de volume total e volume por tipo de utilização da madeira. Dessa forma, auxiliam também na determinação da quantidade de carbono sequestrado da atmosfera e imobilizado nas árvores, uma vez que são capazes de fazer prognoses e de estimar a biomassa das árvores e o carbono acumulado nas diferentes partes das árvores. Os softwares podem ser utilizados gratuitamente, após cadastro, por meio de site específico.

Em condições brasileiras, o potencial de mitigação de GEEs em sistemas de IPF/ILPF com árvores de rápido crescimento, como o eucalipto, em densidades de 250 a 350 árvores/ha, planejados para corte das árvores aos oito a doze anos de idade e capazes de produzir 25 m^3/ha/ano de madeira (Ofugi et al., 2008), corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C, o que equivale à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos adultos. A contabilização de metano entérico é feita a partir das estimativas de emissão, realizadas de maneira simplificada, com base nas recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), seja pelo Tier 1 ou Tier 2, ou, ainda, de maneira mais detalhada e específica, por meio de simulação, usando modelos do NRC (2000) com alguns ajustes. Também Medeiros et al. (2014) desenvolveram uma equação de emissão de metano entérico para condições brasileiras, no projeto Pecus (www.redepecus.com.br).

Outro ponto de grande importância para a obtenção da certificação da área, é a garantia de que as árvores que restarão no sistema sejam destinadas para serraria, laminação e faqueados, que darão origem a produtos com maior tempo de imobilização do carbono, como móveis e materiais para construção civil. A madeira originada poderá também ser creditada e vinculada à marca-conceito CCN, gerando novas oportunidades de negócios e mercados para o produtor. Contudo, para que se garanta a qualidade final também deste produto, a entrada dos animais no sistema deve se dar após se assegurar que as árvores não sofrerão danos ou injúrias, prejudicando seu crescimento e/ou valor comercial. De forma geral, árvores com o diâmetro a altura do peito (DAP) mínimo de 6,0 cm (medido a 1,30 m do solo), podem suportar a entrada dos animais sem que seja necessária sua proteção individual ou conjunta. Até que atinja o DAP mínimo recomendado, a área pode ser utilizada com algum cultivo, caso as condições edafoclimáticas sejam adequadas, ou

pode-se utilizar a forrageira para produção de silagem e/ou feno, atentando-se para as devidas reposições de nutrientes no sistema.

Ainda que o CCN traga consigo os benefícios diretos e indiretos atrelados aos sistemas IPF/ILPF (como mitigação de GEE, aumento da biodiversidade, maior bem-estar animal, uso mais eficiente dos recursos naturais), de grande apelo mercadológico, por se tratar de produto alimentício (carne), foi dada atenção, em suas diretrizes, à qualidade intrínseca do produto final. Além de serem considerados para fins de certificação animais que passaram as fases de cria-recria-terminação (ciclo completo) ou recria-terminação nos sistemas IPF/ILPF, os mesmos devem atender a requisitos que contemplam recomendações pré-determinadas quanto ao seu manejo e nutrição. Serão aceitas carcaças de fêmeas e machos castrados que apresentem, na ocasião do abate, maturidade 0, 2 e 4 dentes (referente à troca dos dentes incisivos de leite por definitivos) e acabamento mediano (3 a 6 mm de espessura de gordura) ou uniforme (6 a 10 mm de espessura de gordura), de acordo com o Sistema Brasileiro de Tipificação de Carcaças Bovinas. Animais inteiros poderão participar do programa desde que abatidos com maturidade 0 ou 2 dentes e com acabamento exigido no programa. Os animais poderão receber suplementação mineral, proteica, proteico-energética e/ou energética (semiconfinamento), em quantidades pré-estabelecidas. Na fase de recria, por exemplo, recomenda-se o uso de suplementação mineral, proteica (1 a 2 g/kg de peso vivo) ou proteico-energética (3 a 5 g/kg de peso vivo). Na fase de terminação, qualquer dos tipos citados pode ser utilizado, porém recomenda-se o uso de suplementação energética ou semiconfinamento (6 a 12 g/kg de peso vivo) para facilitar o alcance do grau de acabamento de carcaça desejado. O limite máximo de fornecimento de suplemento deve ser de até 20 g/kg de peso vivo, de forma a forragem tenha participação significativa na dieta ingerida, por se tratar de carne do tipo "grass-fed beef". Demais detalhes sobre os procedimentos de suplementação podem ser obtidos em Medeiros e Gomes (2012).

O uso de aditivos alimentares promotores de crescimento são permitidos, pois não afetarão os fatores de emissão nas diferentes estratégias de suplementação. Entretanto, recomenda-se a observância de proibição destes produtos em certos mercados, conforme o destino final do produto. Para a castração dos machos, deve-se dar preferência ao uso da vacina de imunocastração, em respeito aos preceitos de bem-estar animal. Em relação ao manejo sanitário, os animais devem seguir a legislação vigente quanto às vacinas obrigatórias, ao calendário sanitário para sua região ou Estado, observando-se os períodos de carência obrigatórios, específicos para cada produto/medicamento.

Observados estes e demais preceitos contidos nas diretrizes orientadoras da marca-conceito CCN, como descrito em publicação da Embrapa denominada Documento 210, o produtor habilita-se à obtenção da certificação voluntária de terceira parte, para cujo credenciamento serão computadas as arrobas de carcaça produzidas no período de manutenção dos animais no sistema, sendo considerado o mínimo de seis arrobas de carcaça por cabeça. Para fins de contabilidade da emissão de metano dos animais em pastejo, poderá ser adotado valor de referência do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) para o Brasil (América Latina) ou, preferencialmente, quando houver disponível, valor suportado oficialmente pelos órgãos federais de competência. Pelo fato da certificação CCN se enquadrar em processo de melhoria

contínua, em suas versões posteriores atualizadas, poderão ser consideradas as demais fontes de emissão de GEEs do sistema, como solo.

As quantidades de metano emitido pelos animais e de carbono sequestrado no fuste das árvores serão transformadas na mesma base, em CO_2 equivalente (CO_2 eq.), para determinação do saldo. Este será utilizado para definir os padrões de classificação dos animais produzidos no sistema de integração avaliado, quanto ao potencial de neutralização de metano, de acordo com critérios estabelecidos em documento orientador específico, em desenvolvimento.

Por fim, pode-se dizer que a marca-conceito CCN não prejudica ou substitui outras marcas, certificações ou sistemas de produção, mas é exclusiva para sistemas em integração com árvores, sendo sua concessão restrita à área nos quais os animais permaneceram durante seu ciclo de vida.

Etapas mínimas para obtenção do Selo CCN

Em suma, para utilizar e receber o selo "Carne Carbono Neutro", o produto final (carne e seus derivados) deverá atender a todos os pré-requisitos e parâmetros inerentes ao conceito estabelecido em diretrizes específicas (e em suas versões atualizadas), de caráter geral, válido nacional e internacionalmente, no qual se estipulam as etapas mínimas necessárias para a obtenção do mesmo. Estas, são:

1) Compromisso de adoção de implantação de projeto de sistema de IPF/ILPF: com base no Plano ABC e nos documentos orientadores da Embrapa, com escolha do sistema de produção a ser neutralizado. O sistema deve necessariamente partir de um sistema de produção com base em pastagens estabelecidas com forrageiras herbáceas (baseline);

2) Avaliação técnica da emissão de carbono: com base nos índices zootécnicos da propriedade, considerando a emissão de GEEs por animal indicada em documento-referência do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) ou de órgãos federais de competência (baseline);

3) Cálculo do carbono fixado: a partir de inventários florestais regulares (anuais), será calculado o estoque de carbono fixado nas árvores do sistema, conforme metodologias para sequestro de carbono por árvores, estabelecidas pela Embrapa Florestas (Arevalo et al., 2002; Zanetti, 2008; Oliveira et al., 2011);

4) Cálculo da neutralização das emissões: a partir da avaliação técnica da emissão de metano e do cálculo do carbono fixado no fuste das árvores do sistema de IPF/ILPF, o qual obrigatoriamente deve conter o componente arbóreo, será calculado o saldo de carbono (em CO_2 eq.) do sistema;

5) Garantia do estoque de carbono: os produtos provenientes do componente arbóreo devem garantir que o estoque de carbono neles contido e contabilizado como GEEs neutralizados continuem imobilizados em seus produtos (móveis e PMVAs), por um período mínimo de anos, segundo a legislação vigente.

Validação do protocolo CCN em campo

Com o intuito de validar o protocolo CCN, foram instaladas seis unidades de referência tecnológicas (URTs) em fazendas comerciais nos biomas, Cerrado, Mata Atlântica e Amazônia, sendo que a primeira delas foi implantada em 2015, no Cerrado de Mato Grosso do Sul. Nesta URT, foram implantados cinco sistemas: uma pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) em monocultivo (PM), e sistemas silvipastoris (SSP) com capim-piatã e eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone I144) em quatro arranjos, com 178, 238, 357 e 441 árvores/ha. Foram utilizados animais Nelore, da recria até a terminação, totalizando 463 dias de avaliação, no período de abril de 2017 a julho de 2018. Os animais receberam suplemento protéico-energético na recria (0,2% do peso corporal) e na terminação (1,2% do peso corporal). As pastagens foram manejadas mantendo-se altura de 20 a 40 cm, recomendada para a cultivar em uso. A emissão de metano pelos animais em pastejo e o sequestro de carbono pelas árvores dos sistemas foram estimados conforme as diretrizes CCN. Foi observada diferença entre os sistemas, para a emissão de dióxido de carbono equivalente (kg/ha de CO_2eq), que foi associada à taxa de lotação (unidade animal, UA/ha). A pastagem em monocultivo apresentou os maiores valores de emissão e de taxa de lotação (3.357 e 1,86), seguida por SSP-357 (2.784 e 1,55) e SSP-178 (2.561 e 1,42); os menores valores foram para SSP-238 e SSP-441 (com média de 2.288 e 1,27). O sequestro de CO_2eq pelas árvores (considerando um desbaste de 50% e somente o tronco utilizável para serraria das árvores remanescentes), para SSP-178, SSP-238 SSP-357 e SSP-441 foi de: 1.700, 2.400, 4.300 e 2.500 kg/ha, respectivamente. O saldo de CO_2eq para os SSP foi de -861, 140, 1.516 e 185 kg/ha, respectivamente.

Portanto, conforme satisfazendo e até superando as expectativas, observou-se que, sistemas silvipastoris com densidade de 238 a 441 árvores/ha foram capazes de neutralizar todo o CO_2eq emitido por bovinos, entretanto, sistemas com eucalipto com menos de 100 árvores/ha remanescentes ou com desbastes tardios podem não ser suficientes para se enquadrarem no protocolo CCN.

Considerações finais

Com o desenvolvimento dos sistemas integrados ao longo de décadas, o Brasil abriu portas para o enfretamento de uma demanda atual e oferece resposta a uma preocupação mundial. As recentes iniciativas de materialização do conhecimento e das práticas geradas em marcas-conceito não só representam uma contribuição ao debate global na temática de mudanças climáticas, mas também uma inovação no seu sentido pleno. Ao traduzir as marcas conceito em produtos acessíveis aos consumidores, tais como a Carne Carbono Neutro, Bezerro Carbono Neutro ou Couro Carbono Neutro, a Embrapa e seus parceiros dão sentido de mercado a estas iniciativas e tornam tangíveis os conceitos de pecuária sustentável. Neste sentido, a Plataforma Pecuária de Baixo Carbono vem consolidar e fortalecer as iniciativas de sustentabilidade no setor pecuário brasileiro.

Referências

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 87-94.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. 41 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 73).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 173p.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50).

COSTA, J. A. A.; QUEIROZ, H. P. **Régua de manejo de pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 125).

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544 p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3. ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1993. 402 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japan: IGES, 2006. v. 4.

MEDEIROS, S. R.; BARIONI, L. G.; BERNDT, A.; FREUA, M. C.; ALBERTINI, T. Z.; COSTA JUNIOR, C.; FELTRIN, G. Modeling enteric methane emission from beef cattle in Brazil: a proposed equation performed by principal component analysis and mixed modeling multiple regression. In: LIVESTOCK, CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY CONFERENCE, 2014, Madri. **Proceedings**... Madri: Livestock, Climate Change and Food Security, 2014. p. 37.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C. Suplementação de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária-floresta. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 155-175.

OFUGI, C.; MAGALHÃES, L. L.; MELIDO, R. C. N.; SILVEIRA, V. P. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C. de; HASS, G.; RAMOS, M. de M. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**: boletim técnico. Brasília, DF: MAPA/SDC, 2008. p. 20-25.

OLIVEIRA, E. B.; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M.; HALISKI, M. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; MULLER, M. Forrageiras tolerantes ao sombreamento. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais**: a agropecuária sustentável. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 149-168.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

SERRA, A. P.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 49-72.

ZANETTI, E. A. **O uso do Sispinus/Carboplan como ferramenta de suporte para a estimativa do carbono em atividades de projetos florestais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. 19 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).



Davi J. Bungenstab

Capítulo 13

Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos

Lineu Neiva Rodrigues
Fernando Falco Pruski

Introdução

A Organização das Nações Unidas projeta que até 2050 ocorrerá um aumento de 70% na demanda mundial por alimentos e de 55% na de água (WWAP, 2014). A produção de alimentos deverá ter como premissa básica o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente solo e água.

Atender as demandas atuais e futuras por alimento, entretanto, irá requerer um rápido aumento da produtividade, que precisa ser feito sem danos adicionais ao ambiente. Para que isso possa acontecer é fundamental que os princípios de sustentabilidade sejam parte central de qualquer política agrícola, para promover incentivos e disponibilizar as condições para o uso sustentável dos recursos naturais (Agricultural Sustainability, 2004). Nesse contexto, é necessário melhorar a eficiência de uso da água e energia, o que demanda melhor uso e aplicação dos avanços na ciência, na engenharia e nas tecnologias de solo, planta e irrigação.

A agricultura tem o desafio de garantir um suprimento adequado e regular de alimentos para a sociedade. O desafio, entretanto, não é apenas produzir mais alimentos, mas produzi-los de forma sustentável. Isto é, produzir maior quantidade de produtos de melhor qualidade a partir de cada hectare cultivado e de cada gota de água aplicada.

Produzir de forma sustentável não é uma tarefa simples. Faz-se necessário reduzir o crescimento horizontal (aumento do uso dos recursos naturais) e aumentar o crescimento vertical (aumentar a eficiência). As tomadas de decisão no ambiente agrícola estão cada vez mais complexas. A agricultura será cada vez mais pressionada na direção da multifuncionalidade, principalmente, na produção de alimentos, fibras e energia.

A complexidade aumenta quando a questão é contextualizada sob a ótica dos recursos hídricos, que são fortemente influenciados pela variação climática e pelas ações antrópicas. Pode-se considerar ainda, como fator agravante, o fato de que aproximadamente 11,6% do total de água disponível no planeta já está sendo utilizado (Shiklomanov, 1990), indicando uma insustentabilidade da atual tendência de utilização desses recursos (Klohn; Appelgren, 1998).

A busca por uma agricultura sustentável tem levado os profissionais da área a repensar as técnicas de manejo e os aspectos econômicos das operações agrícolas adotadas. Neste contexto, o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) se apresenta como uma grande oportunidade para se produzir com sustentabilidade. Embora seja uma prática antiga, pouco se conhece a respeito dos seus benefícios para os recursos hídricos.

Neste capítulo, descreve-se, de maneira geral, como o sistema de ILPF interfere no comportamento dos processos hidrológicos e erosivos, discutindo-se como este sistema pode contribuir para o aumento da infiltração da água no solo e, consequentemente, para a redução do escoamento superficial e da erosão hídrica. Em suma, descreve-se como essa prática pode contribuir para o aumento da recarga dos aquíferos, para a manutenção da água no solo e para a redução dos problemas decorrentes da poluição e do assoreamento dos mananciais, melhorando a qualidade e as condições de disponibilidade dos recursos hídricos.

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e o ciclo hidrológico

Dois aspectos chamam a atenção quando se discute a sustentabilidade da produção agrícola: a degradação das pastagens e o uso do solo com a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo. Na região do Cerrado, aproximadamente 60% da área de pastagem está degradada ou em processo de degradação.

A cobertura vegetal é a defesa natural contra a erosão. Quanto mais protegida pela cobertura vegetal estiver a superfície do solo contra a ação da chuva, menor será a propensão de ocorrência de erosão. Além de aumentar a quantidade de água interceptada, a vegetação amortece a energia de impacto das gotas de chuva, reduzindo a destruição dos agregados, a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo. A cobertura vegetal na superfície também reduz a velocidade do escoamento superficial, pelo aumento da rugosidade hidráulica do seu percurso.

Uma área com sistema de ILPF, por apresentar uma cobertura vegetal mais densa e permanente, é naturalmente mais protegida que uma área com pastagem degradada.

A área foliar e a cobertura morta atuam na dissipação da energia cinética (Figura 1), protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo a ocorrência do selamento.



Fotos: Lineu Neiva Rodrigues

Figura 1. Detalhe do impacto de gotas de chuva com a cobertura vegetal.

A interceptação da água pela cobertura reduz a quantidade de água que chega ao solo, mantendo a infiltração em taxas mais elevadas. O sistema radicular das culturas atua na descompactação do solo, favorecendo a infiltração. Além disso, cria caminhos preferenciais, que favorecem a recarga dos aquíferos e melhora a estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água.

Os benefícios da ILPF para os recursos hídricos são evidentes, entretanto ainda não foram adequadamente quantificados. Para um melhor entendimento desses benefícios é importante compreender como ocorre a circulação da água no sistema solo-planta-atmosfera, fenômeno conhecido como ciclo hidrológico.

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a terra e a atmosfera. Nesse sistema a água não se perde, sendo constantemente transferida entre os compartimentos do sistema e renovada. Esse conceito é muitas vezes mal interpretado, trazendo a falsa impressão de que a quantidade de água disponível é infinita. É importante, entretanto, ter-se em mente que o ciclo só é fechado em nível global, sendo aberto em nível local. Isto é, a água evaporada em um determinado local não precipitará necessariamente no mesmo local.

As principais fases do ciclo hidrológico são apresentadas na Figura 2. Todos esses componentes são impactados, direta ou indiretamente, pela cobertura vegetal.

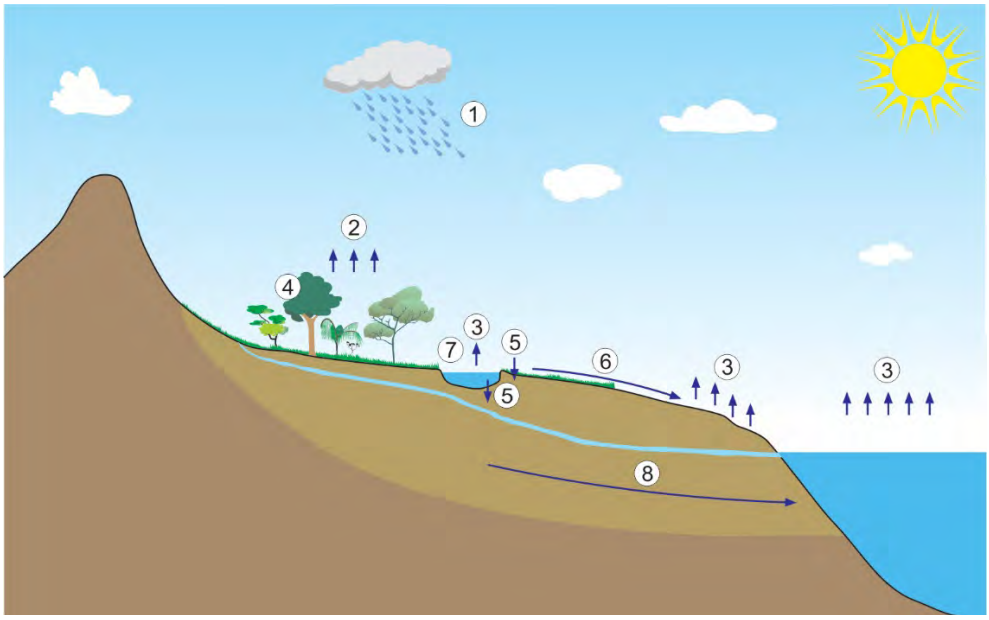


Figura 2. Principais componentes do ciclo hidrológico. Os números indicam: 1. Precipitação; 2. Transpiração; 3. Evaporação; 4. Interceptação; 5. Infiltração; 6. Escoamento superficial; 7. Armazenamento superficial; 8. Escoamento subterrâneo.

Ilustração: Wellington Cavalcanti).

A ILPF melhora a cobertura e a estrutura física do solo, criando, também, canais biológicos que favorecem o movimento da água no solo, aumentando a infiltração e reduzindo a escoamento superficial, o que contribui para aumentar a recarga do lençol freático. Esse é o principal propósito de qualquer sistema conservacionista, pois é o escoamento subterrâneo que mantêm as vazões nos rios durante o período de estiagem. Assim sendo, o aumento da infiltração da água no solo e a consequente redução do escoamento superficial, além de reduzir o processo erosivo, promove a redução do risco de ocorrência de enchentes e aumenta a disponibilidade de água em períodos mais secos.

Processos hidrológicos

Para melhor entendimento de como a ILPF pode impactar de forma positiva o sistema hídrico local é fundamental ter-se um entendimento claro do comportamento dos processos hidrológicos, de como ocorre a circulação da água no sistema e de como os processos podem ser impactados.

Para isto, é apresentada, na sequência, uma análise comparativa qualitativa do comportamento dos componentes do ciclo hidrológico em sistema de ILPF plenamente estabelecido (Figura 3) com uma área de pastagem degradada (Figura 4). Em cada caso, é destacado como os recursos hídricos podem ser beneficiados ou prejudicados.



Figura 3. Sistema de ILPF plenamente estabelecido.



Figura 4. Área de pastagem degradada.

Fotos: Lineu Neiva Rodrigues

Precipitação pluvial

No planejamento conservacionista o que se busca é fazer com que a maior parte da água precipitada infiltre no solo, aumentando a recarga dos aquíferos. A precipitação pluvial é a principal fonte de entrada de água no sistema. A chuva constitui, também, o agente responsável pela energia necessária para a ocorrência da erosão hídrica, tanto pelo impacto direto das gotas na superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir o escoamento superficial.

As gotas de chuva, entretanto, são dotadas de energia cinética e ao impactarem a superfície desfazem os agregados e compactam o solo, reduzindo a infiltração (Figura 5).



Foto: Ozanival Dario Dantas da Silva e Lineu Neiva Rodrigues

Figura 5. Detalhe de gotas de chuva impactando a superfície do solo.

Meier e Mannering, citados por Derpsch et al. (1991), estimaram que a energia cinética das gotas de chuva que caem sobre um hectare de terra em um ano corresponde à energia liberada por cerca de 50 toneladas de dinamite. Em uma área com pouca cobertura vegetal o impacto da chuva ocorre diretamente na superfície do solo. Praticamente não há dissipação da energia cinética das gotas de chuva, uma vez que a cobertura do solo é muito reduzida.

A quantidade de solo desestruturado aumenta com a intensidade da precipitação pluvial e com o aumento da velocidade e do tamanho das gotas. Além de ocasionar a liberação de partículas que obstruem os poros do solo, o impacto das gotas tende também a compactá-lo, ocasionando o selamento de sua superfície, e, consequentemente, reduzindo a capacidade de infiltração da água. É importante destacar que a velocidade de uma gota aumenta até um valor máximo, denominado de velocidade terminal, que depende do tamanho da gota.

O selamento superficial é de ocorrência comum, principalmente, em solos com pouca cobertura vegetal. A superfície do solo torna-se compactada, e, embora a camada compactada possa ser de pequena espessura, seu efeito nas propriedades físicas do solo influencia expressivamente as condições de infiltração.

Em uma área com sistema de ILPF, as gotas de chuva, antes de atingirem o solo, atingem a cobertura vegetal. Isto reduz a velocidade de queda da gota e o seu tamanho, reduzindo a energia cinética, o selamento superficial e a ação de desprendimento de partículas, que dão origem ao processo erosivo. A infiltração, por sua vez, se mantém em taxas elevadas, o que favorece a recarga dos aquíferos.

Interceptação da água pela cobertura vegetal

Parte da água da chuva é interceptada pela cobertura vegetal (Figura 6). Isto é, fica retida nas folhas e caules, de onde se evapora. A quantidade de água retida pode ser significativa em áreas de florestas e de pastagens.

Devido à interceptação, parte da água da chuva é retida e armazenada na cobertura vegetal, retardando o tempo de chegada ao solo. O efeito direto da interceptação é o retardamento do início do umedecimento do solo, o que mantém a infiltração em taxas elevadas e reduz o escoamento superficial.

Considerando-se um modelo teórico do tipo exponencial, onde a intensidade da chuva é maior no seu início, com a interceptação pela vegetação, ao começar a atingir o solo a chuva terá uma intensidade de precipitação menor. Como a intensidade é menor e a infiltração maior, o escoamento é menor. Esse efeito é mais evidente em sistemas de ILPF, pois estes possuem uma cobertura vegetal mais densa do que uma área com pastagem degradada.



Foto: Lineu Neiva Rodrigues

Figura 6. Interceptação da água pela cobertura vegetal.

Evaporação

A evaporação é um fenômeno puramente físico em que a água em seu estado líquido passa para o estado gasoso. Levando-se em consideração o efeito nos processos hidrológicos, o importante é a redução da umidade do solo, uma vez que esta redução melhoras a capacidade de armazenamento e de infiltração de água no solo.

O ideal, entretanto, é que a redução da umidade do solo esteja associada à produção vegetal. Em um sistema produtivo, a evaporação é uma retirada não benéfica de água do sistema, uma vez que não contribui para a produção, devendo ser reduzida. Em uma área com pastagem degradada, em virtude da pequena cobertura vegetal, a evaporação direta da água do solo é maior que em uma área com sistema de integração, podendo ser essa diferença muito significativa.

É conveniente também destacar que a evaporação é altamente influenciada pelas condições de superfície. Em superfície com solo descoberto, os primeiros centímetros do solo, que secam rapidamente, passam a governar esse processo. A evaporação direta da água no solo tende a ser menor em sistema com boa cobertura vegetal do que a que ocorre em uma área de pastagem degradada.

Transpiração

A transpiração é a transferência de água na forma de vapor da planta para a atmosfera. Trata-se de uma retirada benéfica de água do sistema, uma vez que, quando associada à cultura de interesse, contribui para o aumento da produção, sendo o seu efeito nos processos hidrológicos similar àquele associado à evaporação.

O sistema de ILPF, por apresentar uma cobertura vegetal usualmente mais densa, inclusive pela presença do componente florestal, apresenta taxas de transpiração mais elevadas quando comparadas a uma pastagem degradada. Na transpiração, a água se movimenta do solo para a planta, reduzindo a água disponível no solo, até mesmo em camadas mais profundas. Essa retirada de água do solo aumenta a capacidade de armazenamento e de infiltração. Desta forma, nas chuvas subsequentes, no sistema de ILPF, o escoamento superficial será menor e a recarga do lençol freático maior, contribuindo para o aumento do escoamento de base e para a regularização e redução da amplitude das vazões nos rios.

A análise conjunta dos processos de evaporação e transpiração indica que a quantidade destinada a estes processos seja maior no sistema de ILPF do que em condições com baixa densidade de cobertura do solo, o que faz com que a produção média de água em áreas com sistemas de ILPF seja menor. Este comportamento, entretanto, é compensado pelo fato de sistemas de ILPF diminuírem também as vazões máximas, reduzindo, assim, o risco de ocorrência de vazões erosivas e capazes de provocar enchentes.

Em relação às vazões mínimas, existem dois efeitos que atuam em sentidos opostos, o aumento da infiltração da água no solo e o aumento da evapotranspiração, sendo que o sistema de ILPF pode gerar tanto aumento como redução das vazões mínimas, dependendo do efeito predominante, se é o aumento da infiltração ou o aumento da evapotranspiração. Esta predominância está diretamente ligada a diversos fatores, como, por exemplo, a posição do lençol freático.

Infiltração

O processo de infiltração consiste na passagem da água em estado líquido pela superfície do solo. Ela é responsável pela recarga dos aquíferos, que irá contribui para a vazão dos cursos d'água. Quanto maior a taxa de infiltração, menor é o escoamento superficial. A taxa de infiltração é máxima no início da chuva e diminui com o passar do tempo e com o aumento da água armazenada no solo.

Em áreas com pastagem degradada a compactação do solo é maior, bem como a sua suscetibilidade ao processo de selamento superficial. Consequentemente, a infiltração é menor, sendo menor também a recarga dos aquíferos e, consequentemente, a contribuição da área para o aumento da disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem.

Em áreas com sistema de ILPF, como a recarga é maior, aumenta o escoamento subterrâneo, também conhecido como escoamento de base, que é lento. Isto é, mesmo em bacias hidrográficas pequenas, a água da chuva fica no sistema por meses, sendo disponibilizada durante o período de estiagem e com melhor qualidade do que a água que chega aos mananciais hídricos pelo escoamento superficial.

Armazenamento superficial

Quando a intensidade de precipitação é maior do que a taxa de infiltração da água no solo, a água começa a ficar retida nas depressões e nas irregularidades do terreno e a empoçar na superfície do solo, iniciando, então, a fase de armazenamento da água na superfície, chamado de armazenamento superficial (Figura 7).



Foto: Ozanival Dario Dantas da Silva e Lineu Neiva Rodrigues

Figura 7. Armazenamento superficial de água.

A rugosidade da superfície do solo determina a quantidade de água que pode ser mantida como lâmina armazenada superficialmente. O aumento da rugosidade superficial do solo, especialmente pela existência de cobertura vegetal, aumenta o armazenamento de água na superfície e, consequentemente, o volume total de água infiltrado, tanto pela redução do escoamento superficial quanto pelo aumento da deposição de sedimentos, com consequência positiva para a recarga dos aquíferos.

Escoamento superficial

O escoamento de água sobre a superfície do solo está diretamente associado à erosão hídrica, que é capaz de desagregar e transportar sedimentos, compostos químicos, matéria orgânica, sementes e agrotóxicos, sendo capaz de causar prejuízos diretos à produção agropecuária e a poluição dos cursos d'água.



Foto: Lineu Neiva Rodrigues

Figura 8. Escoamento superficial.

O escoamento superficial (Figura 8) inicia quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração e a capacidade de acúmulo de água na superfície do solo é excedida, terminando quando a intensidade de precipitação for menor do que a taxa de infiltração da água no solo.

O escoamento superficial é muito influenciado pelas condições de superfície. Solos compactados e com pouca cobertura vegetal, como aqueles que se verificam em áreas com pastagem degradada, são mais suscetíveis à ocorrência de escoamento superficial. Por sua vez, nos sistemas de ILPF, a cobertura vegetal densa aumenta a rugosidade da superfície e, consequentemente, o armazenamento superficial e a resistência hidráulica, reduzindo o escoamento e aumentando o tempo de oportunidade de infiltração e/ou de evaporação.

A redução do escoamento superficial reduz a energia para que ocorra a liberação de partículas de solo e o seu transporte e, consequentemente, o carreamento de sedimentos para os mananciais hídricos. No escoamento superficial as águas fluem rapidamente para as regiões mais baixas, aumentando o risco de ocorrência de enchentes e reduzindo a disponibilidade de água nos períodos de estiagem.

Processo erosivo e medidas para a redução da erosão

A erosão hídrica pode ser dividida nas seguintes fases: desagregação, transporte e deposição das partículas.

A desagregação é a primeira fase do processo erosivo e consiste no desprendimento das partículas de solo da massa que as contém, seja individual ou de agregados. O desprendimento das partículas tem início com o umedecimento dos agregados, o que reduz as suas forças coesivas, enfraquecendo-os e tornando-os menos resistentes ao desprendimento, que somente ocorre quando as forças externas, de natureza cisalhante, superam as forças internas. Os principais agentes externos responsáveis pelo desprendimento dos agregados em condições agrícolas são aqueles associados ao impacto das gotas de chuva na superfície e ao escoamento superficial.

O primeiro agente cisalhante, isto é, aquele que acontece devido ao impacto das gotas de chuva (Figura 9), está diretamente associado à energia cinética da precipitação e, portanto, à massa, ao tamanho e à velocidade das gotas e ao total precipitado.

Nas áreas agrícolas desprovidas de vegetação, ou com pouca cobertura vegetal, a maior parte da desagregação do solo ocorre pelo impacto das gotas das chuvas, sendo que a quantidade de solo desestruturado aumenta com a intensidade da precipitação, a velocidade e o tamanho das gotas. Outra forma de desprendimento de partículas é o escoamento superficial, que ocorre quando este supera a tensão crítica de cisalhamento do solo.

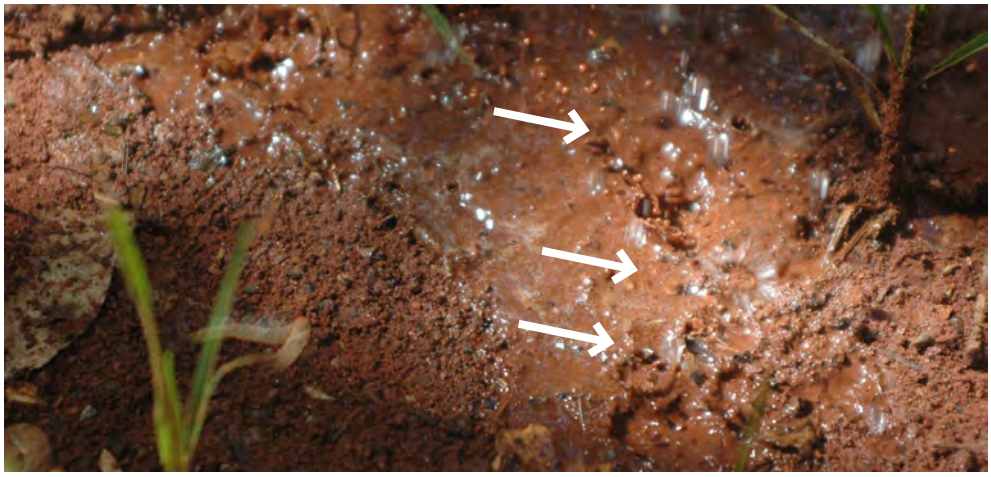


Foto: Ozanival Dario Dantas da Silva e Lineu Neiva Rodrigues

Figura 9. Detalhe de gotas de chuva impactando a superfície do solo

O **transporte**, segunda fase do processo erosivo, consiste na transferência das partículas de solo desagregadas de seu local de origem para outro, seja pelo salpicamento decorrente do impacto das gotas da chuva, seja pelo escoamento superficial. A maior parte do solo é transportada pelo escoamento superficial, sendo que a quantidade transportada depende do volume e da turbulência da chuva e da velocidade desse escoamento.

A **deposição** é a terceira e última fase do processo erosivo, que consiste na deposição do material que foi desagregado e transportado. Isso ocorre quando a quantidade de sedimentos contida no escoamento superficial é maior que sua capacidade de transporte.

No caso da erosão, de maneira geral, o maior benefício da ILPF é manter uma cobertura adequada do solo por mais tempo, contribuindo da seguinte forma:

- Amortecimento do impacto das gotas de chuva no solo, reduzindo a energia das gotas e assim reduzindo a desagregação, o selamento e o escoamento superficial;
- Redução da velocidade do escoamento superficial;
- Limitação física ao movimento do solo;
- Melhoria da estrutura e da porosidade do solo pelas raízes e resíduos de plantas;
- Aumento da atividade biológica do solo;
- Transpiração, que reduz a água do solo, resultando no aumento da capacidade de armazenamento de água e redução do escoamento.

Efeito nos recursos hídricos do componente floresta

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta altera a forma como o solo é utilizado. A possibilidade de utilizar o solo durante todo o ano traz benefícios econômicos e possibilita uma produção sustentável.

É importante saber como os recursos naturais, principalmente solo e água, são beneficiados por esse sistema. Em relação aos recursos hídricos, é sabido e foi demonstrado que ele afeta vários dos componentes do ciclo hidrológico da água. A melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, favorece a movimentação e a retenção da água. O aumento da quantidade de matéria orgânica influencia várias características do solo e melhora também sua capacidade de retenção de água.

Para os recursos hídricos, o principal benefício do sistema vem da maior cobertura do solo. A inclusão do componente florestal agrega benefícios adicionais em relação a água. Existem muito poucas informações ou métricas quantificando esse benefício. A maneira mais fácil de entender a relação floresta-água é conhecendo o ciclo da água na floresta.

Neary et al. (2009) relatam que a maior sustentabilidade e melhoria da qualidade de fontes de água doce do mundo se originam em ecossistemas florestais. As características químicas, biológicas e físicas dos solos florestais são particularmente adequadas para o fornecimento de água de alta qualidade em bacias hidrográficas. Os sistemas radiculares sob florestas são extensos e relativamente profundos em relação às terras agrícolas e pastos, e tendem a criar solos com alta macroporosidade, baixa densidade, altas condutividade hidráulica saturada e taxas de infiltração (Alvarenga et. al., 1980).

Normalmente, a relação entre a cobertura florestal e a qualidade da água nas microbacias hidrográficas é positiva, ou seja, a água que emana de microbacias florestadas é em geral de boa qualidade, com níveis baixos de concentração de sedimentos e de nutrientes (Lima, et. al., 2016).

Outro benefício da floresta é que ela ameniza o clima local, reduz a temperatura, alterando as condições de evapotranspiração. É evidente que a magnitude dessa alteração depende de vários fatores, como, por exemplo, o tipo de árvore, a sua orientação e disposição, o espaçamento, etc.

É conveniente salientar, entretanto, que a redução da amplitude térmica que ocorre no interior da área florestada não implica necessariamente em redução da evapotranspiração. É importante que outros fatores sejam levados em consideração, tais como área da superfície foliar e a profundidade do sistema radicular. Em geral, esses dois componentes são maiores na floresta, podendo-se, assim, no computo final ter taxas de evapotranspiração mais elevadas.

É fundamental conhecer a magnitude com que cada componente do ciclo hidrológico é influenciado pela adição do componente florestal ao sistema. Por exemplo, em um contexto de mata ciliar do tipo Cerradão, em São Paulo, a interceptação da água de chuva na copa das árvores foi de 37,6% do total precipitado (Lima, 1997). Espera-se um comportamento similar no caso do componente florestal no sistema ILPF.

A quantidade de água interceptada pela floresta é significativa e modifica o perfil da precipitação que atinge o solo e o comportamento dos processos da fase terrestre do ciclo hidrológico. Na natureza os processos ocorrem de forma simultânea, mas para fins de melhor entendimento pode-se imaginar a ocorrência dos processos de maneira individualizada. Neste sentido, a maior interceptação pela cobertura vegetal retarda o

início do processo de infiltração e diminui a quantidade de água disponível para infiltrar no solo. Como consequência haverá também um retardamento do início das fases de armazenamento da água no solo e do escoamento superficial, caso eles ocorram.

Um outro comportamento associado às áreas florestais é o associado à serapilheira, que, além da influência que causa em relação à quantidade de água interceptada, promove, também, um efeito muito expressivo em relação aos processos biológicos que se desenvolvem no solo, e que favorecem o movimento da água, o que, somado à atenuação do selamento superficial, promove o incremento da capacidade de infiltração da água no solo.

Considerações finais

A principal contribuição dos sistemas de integração para o sistema hídrico é manter a superfície do solo com melhor cobertura vegetal por períodos de tempo maiores, contribuindo para a recarga dos aquíferos, reduzindo o escoamento superficial e aumentando a infiltração da água no solo.

É importante, todavia, atentar sempre para a importância das práticas de conservação do solo, principalmente durante a fase de conversão de uma área de pastagem degradada para um sistema de integração, pois nas fases iniciais da transição, o solo será movimentado e ficará sem cobertura, estando, portanto, mais suscetível à ocorrência de erosão.

Referências

AGRICULTURAL Sustainability. [London]: DFID: University of Essex, 2004. 23 p.

ALVARENGA, L. A. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A.; PENTEADO, V. A.; ANDRADE, A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul - São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 7, n. 3, set./dez. 2012.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R.; BLANKEN, J. **Controle da erosão no Paraná**, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. 272 p.

KLOHN, W. E., APPELGREN, B. G. **Challenges in the field of water resources management in agriculture**. Rome, FAO, 1998. Disponível em: <www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult>. Acesso em: 22 jul. 2017.

LIMA, W. P. Indicadores hidrológicos do manejo sustentável de plantações de eucalipto. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENTS OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Anais**… Colombo: Embrapa, 1997. p. 24-29.

LIMA, W. P.; RODRIGUES, C. B.; FERRAZ, S. F. B.; VOIGTLAENDER, M. Sustentabilidade hidrológica de florestas plantadas: o papel do monitoramento em microbacias experimentais. In: RODRIGUES, L. N.; SCHULER, A. E. (Ed.). **Água**: desafios para a sustentabilidade da agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 167-183.

NEARY, D. G.; ICE, G. G.; JACKSON, C. R. Linkages between forest soils and water quality and quantity. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 10, p. 2269-2281, 2009.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2. ed. Viçoca: Editora UFV, 2004. 87 p.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água**: práticas mecânicas para o controle da erosão. 2. ed. Viçosa: Ed. Editora UFV, 2009. 279 p.

SHIKLOMANOV, I. A. Global water resources. **Nature and Resources**, v. 26, n. 3, p. 34-43, 1990.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2014. **The United Nations World Water Development Report 2014**: Water and Energy. Paris, UNESCO.



Rodrigo Alva

Capítulo 14

Dinâmica da água em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta*

Marcus Giese
Sarah Glatzle
Folkard Asch
Roberto Giolo de Almeida
Manuel Claudio Motta Macedo
Mariana Pereira

* Tradução livre da língua inglesa para a língua portuguesa realizada por Davi J. Bungenstab com consentimento dos autores. Para acesso ao texto original em ingês, favor contatar os editores.

Introdução

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) oferecem opções promissoras de uso da terra para enfrentar os desafios previstos para sistemas de produção agrícola do futuro, mais especificamente a crescente demanda por produção de alimentos e uma gestão sustentável do uso da terra. No entanto, para se chegar a uma visão abrangente de como os sistemas de ILPF se comportam ecologicamente e em um contexto socioeconômico, precisamos de estudos de campo com análises aprofundadas. Um aspecto importante que até agora tem recebido pouca atenção, é a forma como os sistemas de uso da terra com ILPF afetam a dinâmica da água no solo. Preencher essa lacuna de conhecimento parece ambicioso, pois esses sistemas aparecem em múltiplas características, combinando diferentes componentes de lavouras, árvores, forrageiras e animais em diversos ambientes e sob gerenciamento que apresenta diversas variações. No entanto, para avançar na busca de opções de implementação dos sistemas de ILPF com intensificação sustentável, precisamos aumentar nosso conhecimento sobre como os recursos hídricos são afetados. Utilizando estudos de campo realizados em sistemas de ILPF estabelecidos em Campo Grande (MS), este capítulo aborda alguns desafios relacionados à análise da dinâmica da água em sistema de ILPF.

Os sistemas integrados de uso da terra têm sido frequentemente projetados não somente para diversificar, mas também para aumentar a produtividade agrícola. Comparados à monocultura, esses sistemas são conhecidos por seu potencial de melhorar a resiliência, ou seja, a adaptação ou resistência a situações extremas e com menor impacto ambiental e na produção. Por esse motivo, atualmente os sistemas de integração são frequentemente discutidos como uma opção para a intensificação sustentável no contexto de segurança alimentar e estabilidade ambiental (Moraes et al. 2013, Lemaire et al. 2014).

A água é um dos recursos mais importantes para seres humanos, animais e plantas. Mas sua disponibilidade reduzida em muitos sistemas de uso da terra em todo o mundo, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, está ameaçando cada vez mais nossos sistemas agroecológicos. Como base para decisões futuras, precisamos melhorar nosso entendimento sobre o desempenho de nossos sistemas de produção em relação ao uso da água. É necessário admitir que ainda existem lacunas consideráveis de conhecimento sobre sistemas integrados e seu balanço hídrico.

Por um lado, essa falta de informações precisas pode ser devida a interações relativamente complexas dos componentes de ILPF que afetam a dinâmica da água, o que torna difícil seu estudo. Isso exige uma abordagem abrangente de medição e uma análise cuidadosamente realizada. Por outro lado, muitos sistemas integrados foram estabelecidos em áreas que recebem chuvas suficientes para apoiar o crescimento da vegetação. Assim, a água nem sempre é considerada um recurso limitante em sistemas de ILPF em comparação com outros fatores, como nutrientes, temperatura, luz ou competição biológica entre as espécies utilizadas. No entanto, nos últimos anos, as mudanças climáticas estão desafiando cada vez mais nossos sistemas de produção agrícola de várias maneiras e, também, os sistemas de ILPF precisam atender às demandas da agricultura adaptada ao clima,chamada "climate smart agriculture", que poderia ser traduzida como uma agricultura inteligente.

Devido à ocorrência mais frequente de períodos de seca mais extensos, mesmo durante a estação chuvosa, os chamados veranicos, a falta de água é um sério desafio relacionado às mudanças climáticas. Por esse motivo, os produtores estão muito interessados em aprender mais sobre a resiliência dos sistemas de ILPF contra as secas e como as opções de gestão para economia de água podem ser aplicadas para reagir a essas crises. É importante também lembrar que não apenas a escassez de água está se tornando cada vez mais um desafio para a agricultura. Eventos de inundação após chuvas de alta intensidade podem ter um poder destrutivo ainda mais forte que uma seca severa.

Por isso, muitos fatores precisam ser considerados ao estudar-se a dinâmica da água de um sistema de produção agrícola. Alguns deles são bastante evidentes, como o padrão climático local ou regional, que certamente é o fator dominante. O padrão de chuva local, que é a principal via de entrada de água nos sistemas, é composto pela distribuição anual e a intensidade dos eventos individuais de chuva. O fator climático precipitação é complementado pela temperatura do ar, radiação solar e dinâmica do vento, que afetam substancialmente as perdas de água para a atmosfera. As propriedades do solo, como por exemplo, tipo de solo, textura e topografia, são outros componentes naturais não-biológicos importantes. Em combinação com as práticas de cultivo, esses fatores desempenham um papel essencial tanto para a capacidade de retenção de água no solo quanto para os fluxos de água no solo. Esses fluxos podem ser laterais (escoamento superficial, interfluxo) ou verticais (percolação, drenagem e evapotranspiração).

Além desses fatores, a gestão é um dos fatores mais importantes a ser considerado na análise da dinâmica da água; a seleção de culturas e animais a serem combinados em sistemas de ILPF afeta grandemente os fluxos de matéria e, consequentemente, os processos ecológicos, incluindo as vias da água. A densidade de árvores e as práticas silviculturais como desramas e desbastes, a adubação e a intensidade de pastejo dos animais, bem como a duração do sistema, afetarão a dinâmica da água direta e indiretamente. Por exemplo, a altura das árvores e a densidade de seu plantio influenciam na quantidade de radiação solar recebida pelas plantas do sub-bosque e pela superfície do solo. Consequentemente, o sombreamento reduzirá a entrada de energia e alterará o microclima sob o dossel, o que certamente afetará o crescimento das plantas e a captação de água. Características morfológicas variáveis das copas das árvores também funcionam como uma superfície adicional de interceptação e potencialmente de redistribuição das chuvas. A pecuária adiciona outro fator substancial a ser considerado para a dinâmica da água no local. A redução da biomassa do capim, a redistribuição de nutrientes e o impacto mecânico do pisoteio do gado ou outros herbívoros afetam quase todos os processos ecológicos com potencial impacto na dinâmica da água. Como os sistemas de ILPF são encontrados nos mais variados tipos de combinações de espécies, práticas de manejo e ambientes naturais, é fácil imaginar a complexidade crescente com a qual estamos lidando no contexto da dinâmica da água.

Tratando-se desses estudos, a competição biológica interespecífica e outras interações são um dos fatores mais difíceis de se tratar dentro de um balanço hídrico. Árvores e gramíneas ou plantas herbáceas são tradicionalmente consideradas antagonistas naturais, geralmente, com gramíneas se beneficiando do armazenamento de água da camada superior do solo, em contraste com as árvores, cujas raízes atingem camadas

mais profundas do solo e geralmente aproveitam os recursos hídricos subterrâneos (Sarmiento et al. 1984). Utilizando-se uma abordagem ecológica simplificada, pode-se dizer que as gramíneas dominam em áreas mais secas, enquanto as árvores se tornam mais dominantes ao longo de gradientes onde a precipitação vai aumentando.

No caso do Brasil, a zona agroecológica do ecossistema natural chamado Cerrado cobre cerca de 2 milhões de km2 do País (www.mma.gov.br/cerrado). Esse ecossistema geralmente recebe entre 1000 a 2000 mm de chuva por ano, com um período seco de até cinco meses. No Cerrado, árvores e espécies herbáceas formam uma coexistência natural que tem variações temporais e espaciais. Estudos recentes revelaram que as interações das árvores com as camadas herbáceas dos ecossistemas de savana neotropicais são mais complexas do que o esperado em relação aos recursos hídricos (Goldstein et al. 2008). O fenômeno da redistribuição da água nos perfis do solo por meio de sistemas de enraizamento acionados por gradientes de pressão hidráulica é certamente de alto interesse a ser considerado e estudado no contexto de sistemas de uso da terra em integração.

Devido às razões mencionadas anteriormente, não pretendemos dar uma resposta completa e definitiva a perguntas tais como se os sistemas de ILPF são mais resistentes a crises como secas ou inundações em comparação com outros sistemas de uso da terra. No entanto, dentro de condições especificadas, podemos apontar vantagens ou desvantagens em potencial desses sistemas. Porém, essas suposições e hipóteses precisam continuar sendo verificadas e testadas em campo, a fim de melhorar nossa compreensão da dinâmica da água dos sistemas, que como dito anteriormente, é afetada por diferentes componentes humanos e naturais. Por esse motivo, as medições relacionadas à dinâmica da água no solo devem ser sempre complementadas por informações detalhadas sobre propriedades do solo, clima, vegetação e práticas de uso da terra.

O trabalho realizado, materiais e métodos utilizados

Em cooperação com Embrapa Gado de Corte, a Universidade de Hohenheim, Alemanha, conduziu um trabalho de avaliações nos campos experimentais da Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, MS, usando parcelas experimentais de ILPF em um Latossolo Vermelho (Oxisol), de textura argilosa. O manejo do solo obedeceu ao critério de rotação de culturas com o plantio de soja (2008/2009) seguidos de três anos de pastagem. O solo foi corrigido com calcário para neutralizar a acidez e foi usado fertilizante com macro e micronutrientes para a soja e anualmente na utilização da pastagem, de acordo com as recomendações da Embrapa. O objetivo foi analisar a dinâmica espacial e temporal da água no solo de um sistema de ILPF de 7-8 anos de estabelecimento. Durante a coleta de dados, o sistema de ILPF consistia de pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) entre fileiras de árvores de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, Clone H13) plantadas em linhas simples, a -20,41°S e -54,71°O em relação ao eixo Leste-Oeste, com 2,0 m entre árvores e 22 m entre fileiras de árvores, resultando em 227 árvores/ha (Figura 1). As árvores apresentavam altura média de 25 m durante o estudo. A umidade do solo foi monitorada semanalmente com uma sonda de perfil FDR (Frequency Domain Reflectance) PR2/6 da Delta-T.

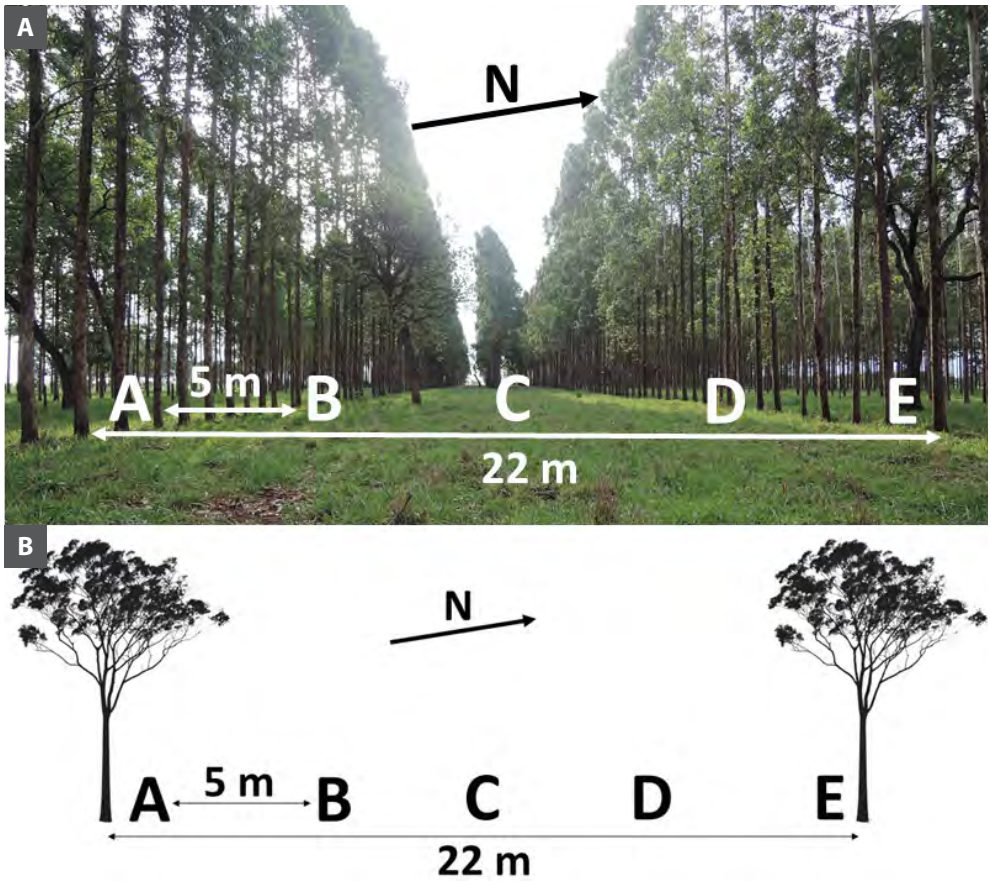


Foto: Sarah Glatzle

Figura 1. A) Foto da configuração do campo experimental onde foi realizada a amostragem; B) Desenho esquemático do campo experimental com destaque para os pontos amostrais.

As medições foram realizadas em uma linha de cinco pontos de amostragem, com os pontos tendo uma distância igual entre si (de A a E), alocados entre as linhas das árvores para representar o gradiente de sombreamento do sub-bosque (Figura 1). Além disso, a precipitação e a temperatura foram monitoradas por estação meteorológica próxima, operada pela Embrapa. Foi mensurada a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), assim como a produção de biomassa da forrageira, nos cinco pontos de amostragem descritos (Figura 2). Essas foram medidas mensalmente ao longo do gradiente de sombra. Todos os dados foram coletados por um período de dois anos, 2015-2016, incluindo ambas as estações climáticas, chuvosa e seca.



Foto: Mariana Pereira

Figura 2. Gaiola de exclusão para medição de biomassa da forrageira.

A sonda de perfil PR2/ 6 mede a umidade volumétrica do solo ($cm^3/100\ cm^3$) aos 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm 60 cm e 100 cm de profundidade (Figura 3). O medidor portátil HH2 (Figura 6 e 7) gera um sinal de 100 MHz quando energia é aplicada. O sinal é aplicado ao par de anéis sensores de aço inoxidável, que transmitem um campo eletromagnético que se estende por cerca de 10 cm no solo. O teor de água do solo ao redor dos anéis sensores controla sua permissividade. A permissividade é uma medida da resposta de um material a uma polarização em um campo eletromagnético. A água tem uma permissividade de 81, enquanto que o solo e o ar têm uma permissividade de 4 e 1, respectivamente. A permissividade do solo tem, portanto, uma forte influência no campo aplicado, resultando em uma saída de voltagem estável que atua como uma medida simples e sensível da umidade do solo. Ao fazer a leitura, a sonda FDR é inserida nos tubos de acesso (Figura 3, parte inferior), que devem ser instalados no solo em cada ponto de medição com brocas específicas (Figura 4). O campo eletromagnético passa facilmente pelo tubo de acesso, mas não tão facilmente por quaisquer bolsas de ar. Portanto, os tubos de acesso devem ser instalados com cuidado no solo, usando o equipamento apropriado para assim evitar bolsas de ar ao redor dos tubos de acesso, que corromperiam as leituras. Os tubos de acesso são tubos de fibra de vidro de parede fina especialmente construídos, que maximizam a penetração do campo eletromagnético no solo circundante.

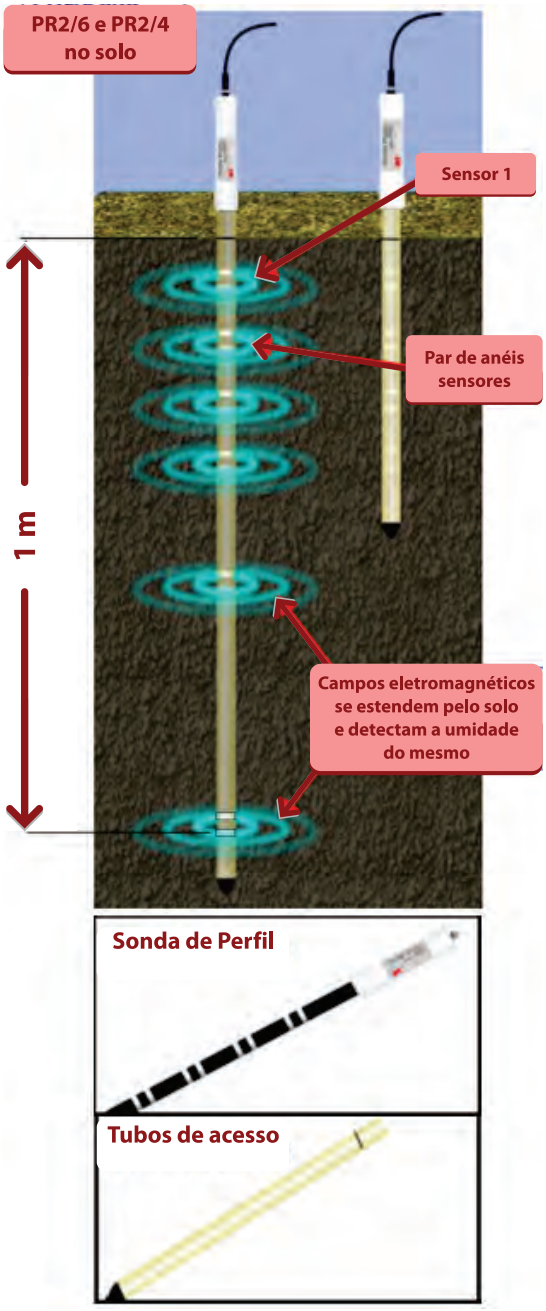


Figura 3. Ilustração da sonda de perfil FDR no solo.

Foto: Mariana Pereira



Figura 4. Instalação do tubo de acesso para sonda de perfil FDR em dezembro de 2015 na área experimental.



Figura 6. Ilustração do medidor portátil HH2 conectado à sonda de perfil FDR.

Foto: Mariana Pereira



Figura 7. Leitura de umidade do solo com medidor HH2 portátil conectado à sonda de perfil na área experimental.

Fotos: Mariana Pereira



Figura 5. (A) Detalhe da sonda de perfil instalada no solo e com gaiola protetora de pisoteio; (B) Detalhe da sonda na fileira de árvores; (C) Alocação das sondas em pontos equidistantes entre as fileiras de árvores.

Resultados

Clima: o clima no período do estudo mostrou distribuição característica das chuvas em uma savana tropical do hemisfério Sul, com as maiores quantidades entre novembro e maio e uma estação seca de junho a outubro (Figura 8A). A quantidade total de chuva recebida durante o ano foi de 1550 mm e a temperatura média foi de 24 °C.

Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA): os resultados mostraram variações muito altas de entrada de radiação ao longo das estações do ano no local do estudo, localizado a 20° 25'S (Figura 8B). A posição central (C) entre as fileiras de árvores, como esperado, recebe as maiores quantidades de radiação durante o verão do hemisfério Sul (em média, > 1200 µmol m^{-2} s^{-1}), onde a radiação solar atinge a superfície a 90°. A maior inclinação ocorre perto do solstício de verão. Para o solstício de inverno, todos os pontos do gradiente recebem comparativamente baixa entrada de energia via radiação (em média, 500 µmol m^{-2} s^{-1}), principalmente devido ao sombreamento das copas das árvores resultantes da menor inclinação do sol. No entanto, a entrada de radiação próxima às fileiras das árvores foi cerca de três vezes maior durante o inverno em comparação ao verão, enquanto que nas posições centrais ocorreu o contrário (Figura 8B). A figura 9 ilustra o sombreamento nas duas estações e na transição entre as mesmas.

Água: as medidas com o pluviômetro revelaram que a interceptação de chuva pelo dossel das árvores não influenciou nas quantidades de chuva recebidas ao longo do gradiente de pontos entre as árvores. No entanto, o teor de água na camada superior do solo foi, em média, 5 a 8 % menor nos pontos próximos das linhas das árvores em comparação com as posições centrais (Figura 8C). A diferença diminuiu durante a estação seca. As diferenças na umidade do solo entre a estação chuvosa e a estação seca nos mesmos pontos de amostragem foram de até 10 %, mas apenas os pontos de amostragem próximos às fileiras das árvores estavam se aproximando do ponto de murcha durante a estação seca, que é um forte indicador de estresse hídrico sofrido pelas plantas.

Produção de biomassa: a biomassa aérea da forrageira (acima do solo) atingiu seu pico durante a estação chuvosa, com o dobro da quantidade nas posições centrais, em comparação com os pontos de amostragem próximos às linhas das árvores (Figura 8D). A biomassa verde foi fortemente reduzida durante a estação seca no gradiente entre as linhas das árvores, mas ainda assim foi duas vezes maior nas posições centrais. A Figuras 10 ilustra o estado da produção de biomassa na área experimental nas estações chuvosa e seca.

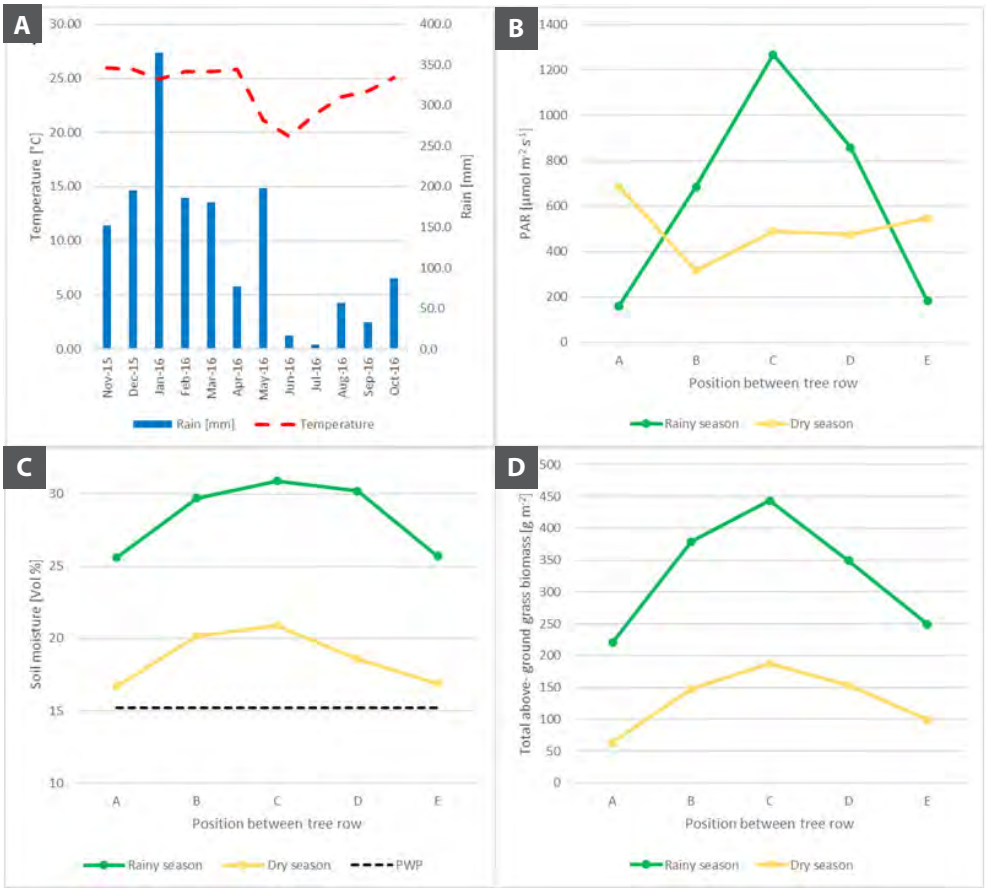
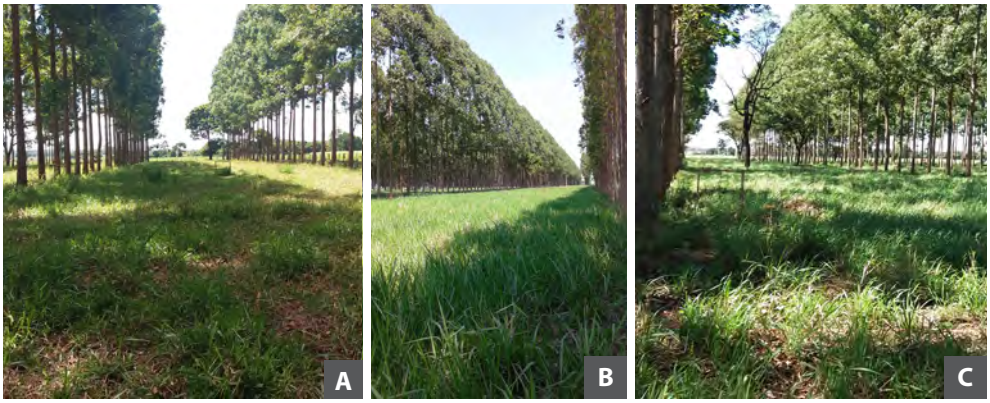


Figura 8. (A) Temperatura em °C e chuva em mm; (B) Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em µmol m^{-1} s^{-1}; (C) Umidade do solo em cm^{-3} 100cm^{-3}, ponto de murcha permanente PWP; (D) Biomassa total de capim acima do solo em g m^{-2}, a linha verde representa a estação chuvosa e a linha amarela a estação seca.



Fotos: Mariana Pereira

Figura 9. Ilustração do sombreamento feito pelas árvores no sistema de ILPF estudado. (A) na estação de transição (setembro de 2015); (B) estação de chuvosa (novembro de 2015) e (C) estação seca (julho de 2016).

Fotos: Mariana Pereira

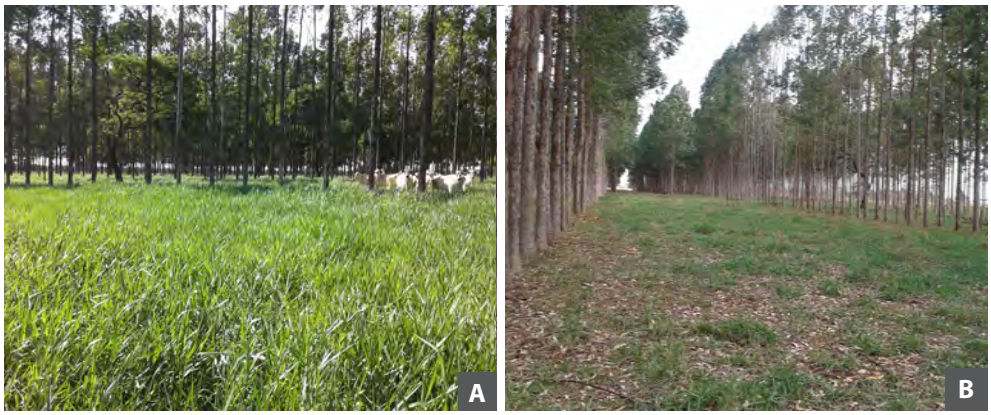


Figura 10. Ilustração da produção de biomassa no sistema de ILPF estudado. (A) na estação de chuvosa (janeiro de 2016) e (B) estação seca (julho de 2016).

Discussão

Como esperado, os teores de água no solo do sistema de ILPF mostrou uma dinâmica sazonal distinta induzida pelas estações seca e chuvosa. A interceptação do dossel das árvores não afetou a distribuição das chuvas no gradiente entre as fileiras de árvores. Embora as posições centrais entre as fileiras de árvores recebessem mais radiação durante o verão e tivessem muito mais biomassa verde para possíveis perdas de água por transpiração, os teores de água no solo nesses pontos foram os mais altos do gradiente e os pontos de murcha nunca foram atingidos, nem durante a estação seca, no inverno. Para o verão chuvoso, a umidade do solo e a entrada de radiação foram positivamente relacionadas e, consequentemente, o sombreamento não parece ter um efeito pronunciado na umidade crítica do solo no sistema de ILPF estudado. No entanto, como o conteúdo de água no solo estava muito acima dos pontos de murcha durante o verão, a RFA parece dominante na limitação do crescimento das plantas forrageiras ao longo do gradiente entre as fileiras de árvores. No entanto, outras influências, como competição biológica e dinâmica de nutrientes, podem interagir com a disponibilidade de água e luz. O menor teor de água da camada superficial do solo medido nas posições de amostragem próximas às fileiras de árvores poderia, portanto, ser provavelmente atribuído ao aumento da captação de água pelas árvores. Durante o inverno seco, as diferenças no teor de água no solo ao longo do gradiente foram menos distintas, situando-se em torno de 10% abaixo dos valores de verão. Como consequência, o teor de água no solo próximo às fileiras de árvores estava se aproximando do ponto de murcha, indicando sérias condições de estresse hídrico para as plantas enraizadas na camada superficial do solo, em especial, as forrageiras. Essa condição parcial de estresse hídrico durante a estação seca pode ser um indicador de esgotamento crítico de recursos e vulnerabilidade durante períodos de estiagem.

É importante ter em conta que uma tarefa da pesquisa agrícola aplicada é fornecer dados sólidos e confiáveis que possam ser usados para tirar conclusões para a prática do agricultor. Os resultados podem também contribuir para enfrentar os desafios decorrentes das mudanças climáticas e podem ser usados no contexto de uma gestão aprimorada

para nossos objetivos de sustentabilidade. Nosso trabalho, estudando a dinâmica sazonal da água no solo de um sistema de ILPF, mostrou a complexidade dessa tarefa. Embora tenhamos conseguido monitorar o conteúdo de água no solo durante as estações contrastantes, incluindo vários outros parâmetros complementares, nossas conclusões permanecem em um nível descritivo para comparações. Explicações e discussões permanecerão especulativas se não continuarmos a apoiar pesquisas com mais trabalhos de medição que englobem diferentes sistemas de ILPF em diferentes ambientes.

A demanda é alta por indicadores que sejam fáceis de medir, sem a necessidade de se usar equipamentos sofisticados e caros. São recomendados indicadores que possam ser usados como referência para uma determinada condição ou um ponto de inflexão de sistemas de ILPF. Ou seja, os pontos nos quais os agricultores devem tomar as medidas apropriadas para melhorar ou manter o rendimento e/ou a sustentabilidade de seu sistema. No que diz respeito à sustentabilidade, vale a pena relacionar a ecodinâmica de diferentes sistemas de uso da terra com os ecossistemas naturais, como a vegetação do Cerrado. Nesse sentido, comparar a dinâmica da água e outras funções do ecossistema entre os diferentes sistemas de uso da terra e ecossistemas naturais irá fornecer informações valiosas sobre os parâmetros-chave alterados pelos seres humanos. Por sua vez, isso nos ajudará a avaliar e definir indicadores e, consequentemente, ajustar nossas metas em direção à sustentabilidade.

Conclusões

A dinâmica da água dos sistemas de ILPF é afetada por interações complexas de componentes únicos e, portanto, precisa ser examinada com cuidado durante os estudos ecológicos. O sistema de ILPF estudado mostrou sazonalidade distinta induzida pela estação seca e chuvosa. O gradiente entre as fileiras de árvores apresentou maior teor de água no solo, biomassa e radiação, no verão e nas posições centrais. O sombreamento resultou em fortes variações sazonais e diferenças ao longo do gradiente na entrada de luz que, surpreendentemente, não estavam relacionadas à dinâmica da água no solo, mas pareciam limitar o crescimento da vegetação do sub-bosque. As posições de amostragem próximas às fileiras de árvores estavam se aproximando do ponto de murcha durante a estação seca, provavelmente, devido ao aumento da captação de água pelas árvores. Essa condição parcial de estresse hídrico durante a estação seca pode ser um indicador de esgotamento crítico de recursos e vulnerabilidade durante períodos de estiagem. No entanto, são necessárias análises mais aprofundadas para se obter uma imagem abrangente da dinâmica da água de sistemas de ILPF, a fim de preencher lacunas de conhecimento na avaliação da intensificação sustentável.

Referências

Moraes A, Faccio Carvalho PC, Anghinoni I, Lustosa SB, Costa SE, Kunrath TR (2013) Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. Eur. J. Agron. ,http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004

Goldstein G, Meinzer FC, Bucci SJ, Scholz FG, Franco AC, Hoffmann WA (2008) Water economy of Neotropical savanna trees: six paradigms revisited, **Tree Physiology** 28, 395–404.

Lemaire G, Franzluebbers A, Faccio Carvalho PC, Dedieu B (2014) Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergybetween agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 190, 4–8.

Sarmiento E (1984) **The ecology of Neotropical savannas**. Harvard University Press, Cambridge, MA, 235 p.



Foto: Nivaldo Karvatte Junior

Capítulo 15

Bem-estar animal e ambiência na ILPF

Fabiana Villa Alves
Vanderley Porfírio-da-Silva
Nivaldo Karvatte Junior

Introdução

Em muitas regiões de clima tropical, bovinos de corte e de leite são mantidos em pastagens durante todo o ano. A exposição a intensa incidência de radiação solar direta submete estes animais a situações termicamente estressantes, com impactos negativos na saúde, bem-estar e produtividade (Van Laer et al., 2015; Vizzotto et al., 2015).

Bovinos, geralmente, toleram melhor ambientes de baixa temperatura do que os de alta temperatura: mudanças nos tempos de pastejo e ruminação; movimentação excessiva do rebanho; animais deitados por longos períodos; agrupamento nos extremos do piquete e ingestão frequente de água; e aumento da sudorese, da frequência cardíaca e respiratória, podem indicar estresse calórico (Schütz et al., 2010; Ferreira et al., 2011; Van Laer et al., 2015; Vizzotto et al., 2015; Lopes et al., 2016). Tais mudanças, porém, nem sempre são suficientes para manter a temperatura corpórea em níveis aceitáveis, comprometendo, inclusive, funções celulares e, por consequência, taxa de crescimento, sobrevivência embrionária, desenvolvimento fetal, qualidade espermática, entre outros (Blackshaw; Blackshaw, 1994).

Neste sentido, sistemas de produção que de algum modo promovam modificações ambientais capazes de atenuar o estresse térmico podem favorecer o controle homeotérmico animal e, consequentemente, melhorar o seu desempenho ponderal, reprodutivo e sanitário (Titto, 2006; Glaser, 2008). Além dos ganhos "mensuráveis", outros aspectos "intangíveis" podem ser atribuídos a um ambiente de produção termicamente confortável. De fato, nas últimas décadas, questões como bem-estar animal deixaram de ocupar um espaço "filosófico", embasados na ética pessoal, para se tornarem aspectos práticos, quantificáveis e aplicáveis, passíveis de serem valorados.

Ambiência e bem-estar animal são elementos importantes na produção animal moderna e praticamente indissociáveis, principalmente em ambientes pastoris, pois se bem-estar animal é o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao ambiente, a ambiência (que é a somatória de fatores físicos e biológicos atuantes no espaço onde o animal realiza suas atividades) exercerá grande influência em seu grau de adaptação.

Assim, este capítulo examina e tenta elucidar a definição de dois conceitos-chave para o entendimento dos benefícios dos sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta sobre os animais: bem-estar animal e ambiência.

Ambiência e bem-estar animal: conceitos e definições

Ambiência animal

Ambiência diz respeito à relação bidirecional ambiente-objeto e ao conjunto de fatores capazes de tornar um ambiente mais ou menos agradável. Mais especificamente, ambiência animal é o conjunto de condições e influências externas que atuam direta ou indiretamente sobre os animais sem, necessariamente, o envolvimento de fatores genéticos. Em suma, ambiência pode ser entendida como o espaço físico e social no qual vive o animal e tudo o

que nele se encontra incluído, inclusive o ser humano, ou seja, é o "ambiente em que vive o animal" (Broom; Molento, 2003; Silva, 2000; Silva, 2008; Silva; Vieira, 2010).

Para fins didáticos, em sistemas de produção animal, a ambiência pode ser dividida em térmica, lumínica, acústica e aérea, e todas podem ser consideradas fatores importantes para que se atinja o máximo de produtividade que o potencial genético que cada espécie, raça ou animal pode expressar.

No caso de animais não-estabulados, criados ao ar livre, elementos climáticos como temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, nebulosidade, ventos e pluviosidade atuam separados ou simultaneamente no ambiente, e por consequência, nos animais. Uma das principais consequências da interação negativa entre animal e ambiente é a perda em produtividade devido ao estresse térmico (Nãas, 1989; Silva, 2012). Entretanto, cabe ressaltar que ambiência não se restringe ao conforto térmico, e também não é sinônimo de bem-estar animal, apesar de lhe estar ligado diretamente.

Bem-Estar Animal

A ideia de bem-estar animal é muito mais antiga que a sua pesquisa como um campo de trabalho científico. Hoje, existem diferentes concepções do termo, aplicáveis a todos os tipos de animais, dos silvestres aos cativos, passando pelos de companhia e experimentação. Sua importância pode ser observada pela preocupação de vários organismos internacionais, como a *Food and Agriculture Organization* (FAO) e *World Organization for Animal Health* (OIE), em definir e incorporar o termo às suas agendas de prioridades. Em países mais avançados neste entendimento, como os europeus, o conceito assume conotação, sobretudo, de "bem público", com intervenções públicas normativas e concessão de benefícios sob forma de subsídios, como o contido na PAC (Política Agrícola Comunitária da União Europeia).

Porém, em países vastos e com multiplicidade de sistemas produtivos como o Brasil, inserir o bem-estar animal como fator prioritário é um grande desafio, e demanda mudanças que vão além de simples modificações nos modelos de sistemas produtivos já existentes. Igualmente, definir cientificamente um conceito amplo e complexo, e que envolve questões de ordem ética, moral, cultural, regional e até individual, não é simples, muito menos fácil.

Para se entender melhor o conceito, três aspectos básicos devem ser considerados:

1) O bem-estar é uma característica do animal e não algo que pode ser fornecido pelo homem;
2) O bem-estar é um conceito momentâneo, não estático, e pode variar em uma escala compreendida entre "muito ruim" a "muito bom";
3) O bem-estar pode ser medido cientificamente.

Hughes (1976), em uma das primeiras tentativas de definir cientificamente o termo bem-estar, refere-se a um "estado" onde o animal está em harmonia com a natureza ou com o seu ambiente. Posteriormente, Duncan e Dawkins (1983), na tentativa de ampliar a descrição e facilitar sua aplicação, referem-se ao bem-estar animal como a presença de completa

saúde mental e física, harmonia com o ambiente circunstante e capacidade de se adaptar a um ambiente não-natural sem sofrimento, onde sofrimento é entendido como uma ampla gama de estados emocionais desagradáveis e estressantes. A partir daí, impulsionadas por diversas discussões sobre situações que não se enquadravam nesta definição, emergiram três orientações de pensamento. Apesar de subdivididas e aparentemente contraditórias, as linhas de pensamento elencadas podem ser consideradas complementares, visto suas inter-relações. São elas:

1) Do **funcionamento biológico**, baseada na ideia de bem-estar ligado à saúde e bem-estar físico, amplamente utilizada e uma das mais importantes na conceituação do termo. Os princípios desta corrente de pensamento incluem, além da plena satisfação das necessidades biológicas dos animais como forma de alto grau de bem-estar, a íntima conexão entre bem-estar e ausência de respostas fisiológicas ao estresse, e a capacidade do animal de se adaptar com sucesso ao meio circunstante (Duncan, 2005);
2) A dos **sentimentos**, embasada no fato dos animais serem sencientes e sentirem emoções (positivas e negativas), e que leva em conta a saúde psicológica e estado emocional dos mesmos;
3) A do padrão de **comportamento "natural"** dos animais, embasada na capacidade do animal expressar os mesmos comportamentos que exerceria em seu habitat natural. Apesar de ter surgido após as demais, tornou-se uma corrente forte no estudo do tema (Duncan; Fraser, 1997).

Atualmente, três são os principais motivos que impulsionam a adoção de práticas que elevem o bem-estar animal nos sistemas de produção: (1) questões éticas, morais e religiosas, ligadas ao respeito aos animais; (2) questões técnico-comerciais, ligadas ao efeito potencial sobre a produção e qualidade dos alimentos, e; (3) questões comerciais, principalmente imposição de barreiras não-tarifárias por mercados específicos. Todos têm relevância e não devem ser considerados contraditórios.

Atualmente, independente de qual seja o motivo ou a linha de pensamento, as "Cinco Liberdades" são bons balizadores para o entendimento do que se pode ser considerado para atendimento de um standard mínimo de qualidade de vida dos animais de produção. São estas: 1) Liberdade fisiológica (ausência de fome, sede e má nutrição); liberdade ambiental (ambiente físico adequado à espécie); 2) Liberdade sanitária (ausência de doenças, feridas e dor); 3) Liberdade comportamental (possibilidade de manifestar características comportamentais próprias da espécie), e; 4) Liberdade psicológica (ausência de medo e desconforto) (Silva; Miranda, 2009; Grandin; Johnson, 2010).

Broom (1991) sintetiza que bem-estar animal é o estado do animal frente às suas tentativas de se adaptar às variáveis do ambiente em que se encontra. Em se tratando de animais de produção, como bovinos, suínos, aves e peixes, pode-se dizer que as maiores e mais importantes influências vêm dos sistemas de produção. Assim, as tentativas dos animais de se adaptarem ao ambiente (não somente físico, como estrutural, microclimático e social), também são capazes de desencadear modificações fisiológicas, neuro-hormonais, imunitárias e comportamentais, que, somadas, culminam em maior ou menor adaptação dos animais ao meio circunstante, com prejuízo ao seu bem-estar (Figura 1).

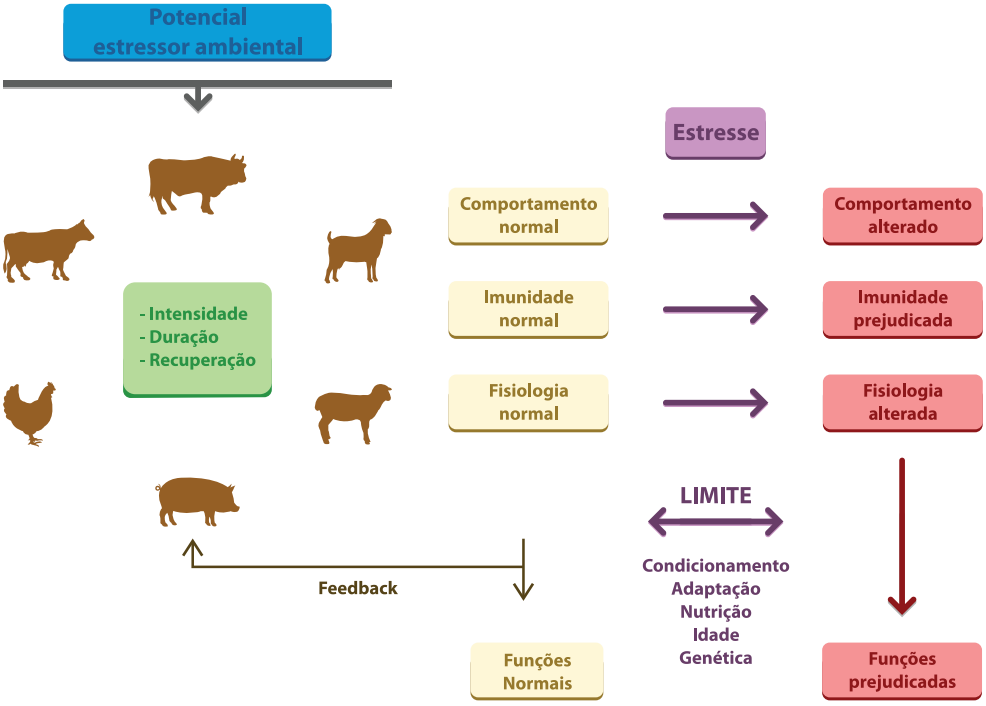


Figura 1. Efeito do ambiente sobre o bem-estar animal
Fonte: Adaptado de Hahn (1999).

Na prática, as "Cinco liberdades" são alcançadas por meio de práticas de manejo adequadas, fornecimento de abrigo e/ou proteção contra extremos climáticos, alimento e água em quantidade e qualidade suficientes, dimensionamento adequado das instalações, piso confortável para o animal deitar e se movimentar sem dor, observação ao plano sanitário e vacinal recomendados para a espécie, ambiente que favoreça trocas sociais saudáveis entre os animais e o ser humano, entre outros, conforme modelo de produção utilizado.

Ambiência e bem-estar em sistemas de produção com base em pastagens

Como já explanado, bem-estar animal é um conceito amplo, relacionado com a qualidade de vida do animal e sua capacidade de se manter saudável no sistema em que vive, e ambiência é um dos fatores que o compõe (Figura 2).

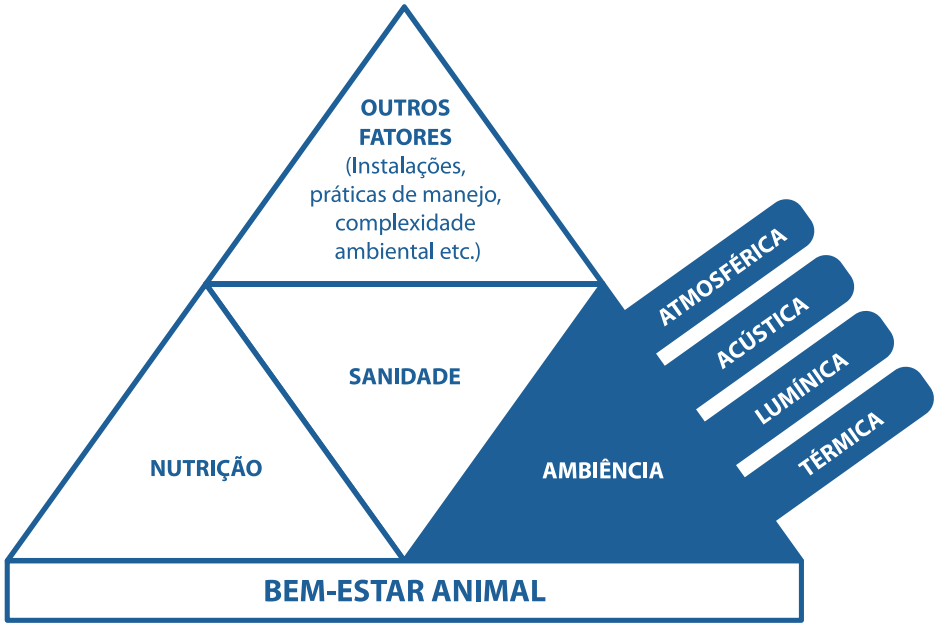


Figura 2. Relação entre bem-estar e ambiência.

Em regiões tropicais, de todos os fatores ambientais (luz/ radiação, calor, ruídos e atmosfera circunstante) que podem interferir direta e indiretamente sobre o bem-estar animal, a temperatura do ar (calor/ frio) e radiação solar são os que mais influenciam os animais criados em sistemas a pasto (Figura 3).

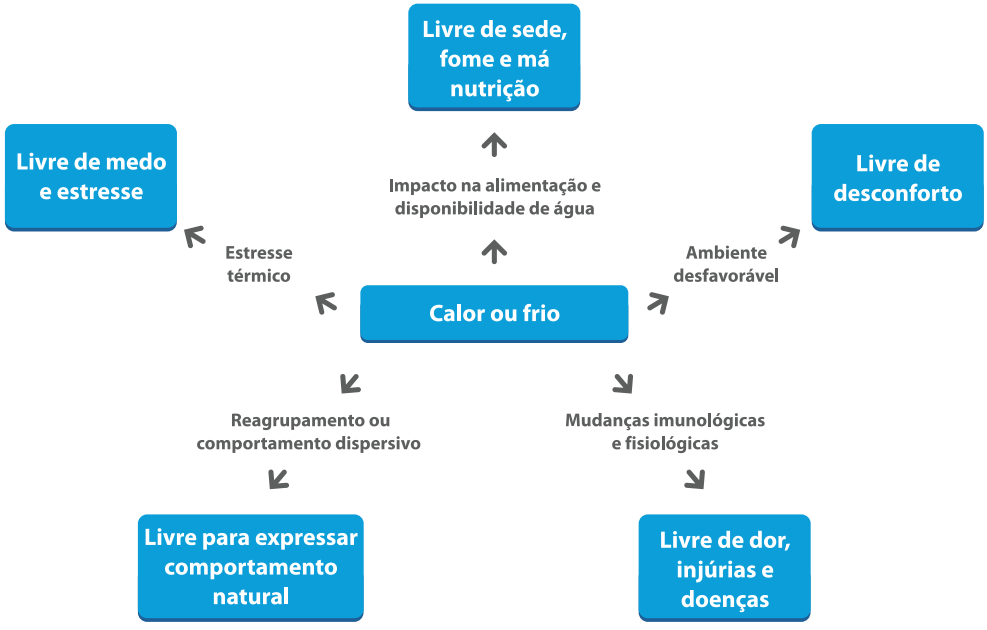


Figura 3. Influência dos fatores climáticos no bem-estar animal.

Quase a totalidade de pastagens no Brasil, por exemplo, apresentam condições climáticas que oferecem estresse térmico calórico em graus mediano e severo para animais sem proteção (INMET, 2005); e, estacionalidade de produção das forrageiras, podendo chegar a uma relação de 70% da produção na estação úmida e 30% na estação seca (Rodrigues et al., 1993). Nas regiões abaixo do paralelo 22º Sul, a ocorrência de geadas (mesmo as de intensidade e frequência baixas) torna-se um agravante para a estacionalidade de produção forrageira.

Animais homeotérmicos, como os bovinos, tentam manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa de temperatura termoneutra, denominada de Zona de Conforto Térmico (ZTC), na qual o organismo encontra-se em condições normais de sobrevivência (Silanikove, 2000). Este processo envolve, principalmente, as trocas de calor do animal com o ambiente. Apesar de se tratarem de mecanismos eficientes na regulação da temperatura corporal, são limitadas e dependem, em larga medida, da temperatura do ambiente (Figura 4).

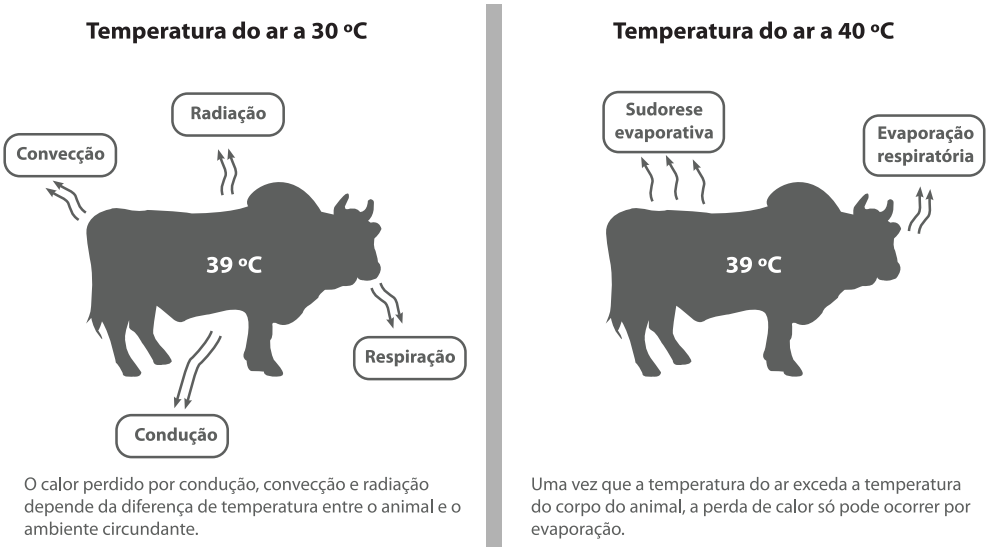


Figura 4. Representação esquemática da termorregulação em bovinos.

Assim, quando um animal é exposto ao calor ou frio excessivo, uma das primeiras reações é a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, que envolve mudanças em todo o sistema endócrino, atuando também na regulação do metabolismo. Desse modo, quando a temperatura ambiente se encontra acima da temperatura crítica superior (estresse por calor, Figura 5. A' – D'), os animais entram em estado de hipertermia. Neste ponto, iniciam as trocas térmicas com o ambiente (resfriamento), por meio de processos sensíveis de arrefecimento (condução, convecção e radiação), que correspondem a 75 % das perdas de calor (termólise). É comum observar, neste caso, alteração do comportamento e busca por áreas sombreadas (Figura 6). Além disso, os animais aumentam o consumo de água e diminuem o consumo de alimentos, na tentativa de diminuição da carga calórica corporal e dissipação do calor excedente (Navarini et al., 2009; Schütz et al., 2010; Karvatte Junior et al., 2016; Lopes et al., 2016).

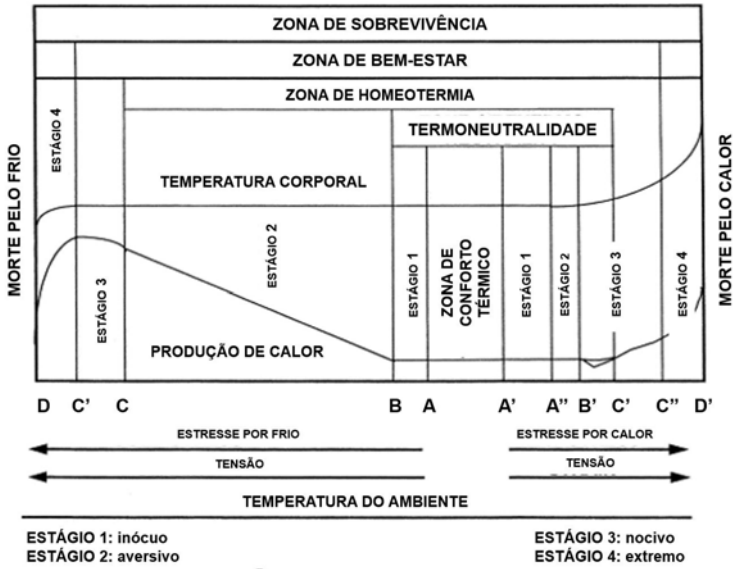


Figura 5. Representação esquemática das zonas de sobrevivência, bem-estar e homeotermia em relação as condições ambientais dos ruminantes (Adaptado de Silanikove, 2000).

À medida que a temperatura ambiente eleva-se, aproximando-se da temperatura interna corporal, os animais tornam-se cada vez mais susceptíveis ao estresse térmico e diminuem a eficiência em perda de calor sensível, passando a depender de arrefecimento por evaporação, sob a forma de transpiração e respiração ofegante, ambas poucas eficientes do ponto de vista de dissipação do calor excedente (Silanikove, 2000; Sanker et al., 2013; Tripon et al., 2014; Kamal et al., 2014). A situação se mantém, com expressivo gasto energético e pouca efetividade, até que o organismo entre em colapso irreversível, culminando em sua morte (Figura 5. C' - D').



Foto: Nivaldo Karvatte Junior

Figura 6. Bovinos Nelore ao abrigo de sombra natural, em pastagem no Centro-Oeste.

Em situações contrárias, de frio excessivo, se a temperatura está abaixo da temperatura crítica inferior da espécie (estresse por frio, Figura 5. A – D), os animais caminham para um estado de hipotermia. Neste, a perda de calor para o ambiente é mais rápida do que a produção de calor metabólico gerado via consumo de alimentos (Sossidou et al., 2014; Van Laer et al., 2015). Nestas condições, para que os animais consigam gerar calor, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal estimula reações de vasoconstrição periférica (aquecimento). Alterações comportamentais como procura por áreas de exposição ao sol (ganho de calor por radiação) e, quando não suficiente, tremor e execução de exercícios (caminhadas), são alguns dos comportamentos observados.

Cabe ressaltar que, embora algumas raças mais adaptadas apresentem alta capacidade de manter a homeotermia, os principais mecanismos de perda de calor (condução, convecção e radiação) dependem da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente (Figura 4). Assim, quanto maior for este gradiente, mais rápido será o fluxo de calor. Por outro lado, quando a temperatura ambiente atinge temperaturas superiores à do animal, os processos de perda calórica restringem-se às perdas evaporativas, de menor eficiência.

Neste contexto, entendidos os princípios e processos que norteiam a homeotermia em bovinos, pode-se afirmar que as melhores práticas para se evitar o estresse térmico são:

1) Modificações físicas no ambiente;

2) Utilização de animais menos susceptíveis (mais adaptados).

Em se tratando de modificações ambientais visando melhoria na ambiência, a oferta de sombra, natural ou artificial, é muito eficiente. As árvores (sombra natural) são os melhores e mais econômicos recursos para proteger os animais das intempéries e, principalmente, da radiação solar excessiva, ou como proteção contra ventos e abrigo de chuvas, no frio (Karvatte Junior et al., 2016; Lopes et al., 2016).

O microclima é caracterizado pelas diferentes combinações de fatores atmosféricos (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa, vento e precipitação), influenciadas pela topografia do terreno, presença de vegetação e o tipo de planta no solo (Brown; Gillespie, 1995). Conforme exemplificado na Figura 7, os elementos arbóreos em uma pastagem, ao aumentarem a rugosidade da superfície, podem também influenciar o movimento de massas de ar, a temperatura do ar e do solo e o fator de visão da abóbada celeste (Porfírio-da-Silva, 2004).

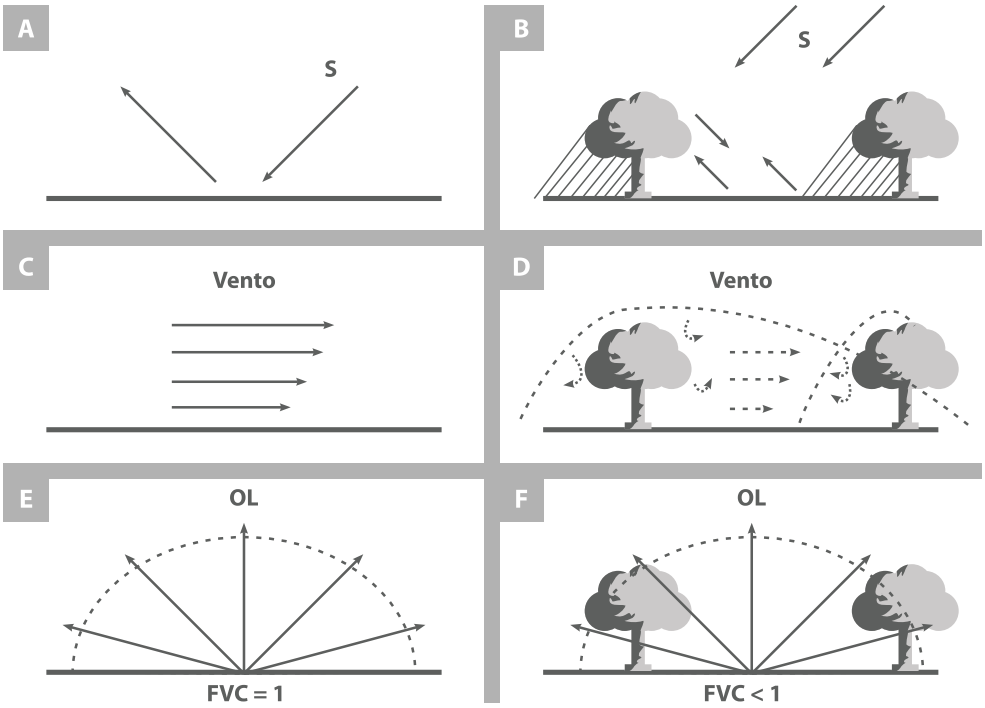


Figura 7. Influência do componente arbóreo na transferência de radiação solar. Comparação da superfície sem árvores (menor rugosidade) e com árvores (maior rugosidade), em termos de: (A) e (B) recepção e reflexão de radiação direta de ondas curtas (S); (C) e (D) fluxos de ventos; (E) e (F) emissão de radiação direta de onda longa (OL). Em função da altura e do arranjo do componente arbóreo, o fator de visão do céu (FVC) obtida de um ponto médio entre duas árvores será sempre menor do que em superfície sem árvores

Fonte: Adaptado de Porfírio-da-Silva et al. (2004).

Existem poucas informações sobre a quantidade ideal de área de sombra para bovinos nos trópicos. Os valores indicados na literatura variam de 1,8 m^2 até 10,0 m^2 por animal. Entretanto, assumindo-se que um bovino deitado ocupa aproximadamente 1,8 m^2, valores próximos a 1,8 m^2 seriam inadequados para ambientes tropicais porque os animais ficariam muito próximos uns dos outros. Por outro lado, valores de 5,6 m2 e 9,6 m2 por animal garantiriam espaço entorno dos animais de, respectivamente, 0,5 e 1m2, evitando agrupamento excessivo e garantindo boa circulação de ar entre os mesmos (Alves, Nicodemo & Porfírio-da-Silva, 2015). Schültz et al. (2010), estudando a influência do tamanho da sombra sobre o comportamento e fisiologia de vacas leiteiras a pasto, observaram que com acesso a 9,6 m^2 de sombra por animal, as vacas gastaram 50 % do tempo exercendo suas atividades diárias neste local e apresentaram 70 % menos interações agressivas em comparação com aquelas que tiveram acesso a 2,4 m^2 de sombra por animal (24% do tempo).

Além de proporcionar o bloqueio físico da radiação solar (sombra), árvores também desempenham um papel importante no fluxo de calor latente e sensível diurno no sistema pastoril, pois aproveitam parte da radiação solar que incidiria no sub-bosque, diminuindo sua disponibilidade para os animais e colaborando para melhorar a sensação de bem-

estar e conforto térmico dos mesmos (Zhang et al., 2015; Karvatte Junior et al., 2016). De fato, esta fração da radiação, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), corresponde ao fluxo de fótons na faixa de 400 a 700 nm do espectro solar, e é a principal responsável pelo balanço da umidade relativa e temperatura do ar (Promis et al., 2009; Wall et al., 2010; Zhang et al., 2015).

Relatos da literatura mostram que diferenças de temperatura e umidade entre pastagens com e sem árvores, dependendo da espécie, altura, arranjo/espaçamento, época do ano, tem-se melhorias nos principais índices de conforto térmico nas áreas arborizadas (Alves, 2012; Porfírio-da-Silva, 2001; Souza et al., 2010). Entretanto, é errôneo pensar na unicidade das características quantitativas e qualitativas do sombreamento natural, pois cada espécie vegetal possui determinada eficiência em termos de interceptação solar, relacionada principalmente às características intrínsecas da árvore, como porte, formato da copa, disposição dos galhos, tipo de folha, dentre outras (Silva, 2006;). Karvatte Junior et al., (2016), por exemplo, observaram que árvores com copas maiores e mais densas interceptam melhor a radiação solar incidente, possibilitando reduções de 2 a 9°C de temperatura, com diminuição de até 30% Carga Térmica de Radiação no sub-bosque.

Sistemas de produção arborizados e sua influência sobre o a ambiência e bem-estar animal

O sistema silvipastoril, é uma opção de tecnologia para a produção de bovinos e ovinos (bem como de outras espécies), e consiste na combinação intencional de árvores, pastagens e animais em uma mesma área e ao mesmo tempo. Outra opção, mais complexa, é o sistema agrossilvipastoril, ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), em que se agrega o componente agrícola associado às árvores (fase silviagrícola) para, posteriormente, com a colheita da cultura agrícola, mudar para a fase silvipastoril (Porfírio-da-Silva, 2007).

Esses sistemas multifuncionais possibilitam intensificar a produção, pelo manejo integrado dos recursos naturais existentes, diversificar a produção e incrementar a renda do produtor. Entre outros benefícios, a presença de árvores adequadamente dispostas na pastagem pode promover melhorias e proteção tanto à produção forrageira, quanto à animal, e favorecer a produtividade e a sustentabilidade da área (Nair, 1993; Young, 1994; Jose, 2009; Tonucci et al., 2011).

Vários tipos de arranjos silvipastoris e/ou agrossilvipastoris são possíveis, conforme o componente arbóreo escolhido. Quando se pensa na árvore como fornecedora de sombra e potencial fator modificador do microclima circunstante nas pastagens, particular atenção deve ser dada às características da copa e ao percentual de área ocupada por esta (Alves, Nicodemo & Porfírio-da-Silva, 2015). Neste caso, a copa deve favorecer a passagem de radiação solar em quantidade suficiente para o crescimento das plantas forrageiras, mas também proporcionar boa área de sombreamento para os animais.

Dentre os efeitos positivos da arborização de pastagens sobre animais, devem ser destacados:

- Red**ução das necessidades de energia para a mantença animal**. Os bovinos apresentam-se particularmente sensíveis às condições úmidas e quentes (Bergigier, 1989; West, 2003), portanto, o oferecimento de sombra pode melhorar seu conforto térmico e produção (Mota et al., 1997; Klowoski et al., 2002). Gastando menos energia para dissipar calor, os animais podem expressar mais fortemente suas aptidões, como verificou Carvalho (1991) com vacas em lactação, onde os animais que tinham acesso à proteção contra a radiação solar direta (sombra), produziram 20% a mais de leite com maior teor de sólidos não-gordurosos. Quanto menos adaptados os animais ao calor, mais afetados estes são pela ausência de sombra.
- **Aumento dos índices de produtividade**. Piquetes sombreados melhoram a eficiência da conversão de alimentos (Bizinoto et al., 2005), sobrevivência dos animais (Bird et al., 1992) e antecipação da primeira cobertura. Mota et al. (1997) e Klosowski et al. (2002), em estudos sobre a probabilidade de decréscimo da produção leiteira por estresse térmico, constataram que, nesta condição, animais de maior potencial de produção tendem a apresentar maior declínio na produção do que aqueles menos produtivos. Vizzotto et al. (2015), avaliando as mudanças comportamentais e fisiológicas de vacas de leite durante a estação quente em região subtropical, obtiveram maior produção de leite individual nos animais com acesso à sombra. Costa et al. (2017) avaliando o desempenho de bovinos cruzados, obtiveram maior produtividade em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (33,4 @ ha^{-1}), comparado a sistema de confinamento (24,4 @ ha^{-1}). Também Lopes et al. (2016), avaliando o comportamento de novilhas leiteiras em sistemas silvipastoris com diferentes estratégias de sombra, observaram que os animais que permaneceram expostos ao sol apresentaram maior porcentagem do tempo caminhando (3,2 %) e pastejando (10,8 %), em comparação aos animais inseridos em sistema com área arborizada (caminhando 1,3 %; pastejando 6,5 %). Os autores sugerem que o aumento de deslocamento é uma tentativa dos animais encontrarem locais que facilitem as trocas térmicas com o meio;
- **Melhoria da fertilidade do rebanho**. Estresse por calor pode reduzir a fertilidade (West, 2003). Na fêmea, pode afetar a ovulação, o estro, a concepção e sobrevivência do embrião. Nos machos, pode reduzir a viabilidade dos espermatozoides, bem como a libido . Segundo Bird et al., (1992), vacas estressadas pelo calor produzem bezerros menores e aumentam o intervalo de tempo entre partos; Sterza et al. (2016) observaram que sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta afetam positivamente a produção de embriões in vitro de bovinos de corte.
- **Efeitos benéficos sobre animais recém-nascidos**. De acordo com West (2003), o estresse térmico calórico pode comprometer a habilidade de bezerros absorverem imunoglobinas do colostro. A provisão de sombra pode melhorar a sobrevivência e subsequente desenvolvimento de animais recém-nascidos. Nas espécies ruminantes de comportamento de parto escondedor, a presença de árvores se constitui em um elemento ambiental positivo, que possibilita à fêmea o isolamento do resto do grupo e de potenciais predadores. Este isolamento nas primeiras horas de vida do filhote

resulta em melhor ligação mãe-filho e condições ótimas para a primeira mamada e ingestão do colostro o mais cedo possível, o que aumenta a taxa de sobrevivência (Pinheiro Machado Filho - Comunicação pessoal citado por Porfírio-da-Silva, 2001). Além disso, a perspectiva de isolamento sentido pela vaca, a deixa mais tranquila para efetuar a "limpeza" do recém-nascido, propiciando a transmissão de bactérias ruminais ao bezerro, predispondo-o a pastar mais precocemente;

- **Proteção contra extremos de temperatura, ventos e radiação**. Em dias quentes e de forte insolação, a sombra decisivamente pode contribuir para condições de conforto animal, pois os animais buscam proteção sob esta. Porfírio-da-Silva et al. (1998) relatam que a temperatura do ar, no verão, foi reduzida em até 8°C na pastagem arborizada, e a incidência de radiação solar global foi 80% menor sob as árvores. Os autores argumentam ainda que, durante dias/noites frias, os renques arbóreos podem funcionar como fonte de calor para os animais protegidos sob as árvores, melhorando o seu conforto térmico também à noite. De acordo com Abreu-Harbich et al. (2015), em ambientes compostos por árvores isoladas é possível obter redução de até 2.8 °C de temperatura do ar na sombra, ao passo que locais compostos por grupos de árvores isolados são capazes de promover a redução de 0.3 °C até 15.7 °C de temperatura, principalmente nos horários do dia de maior insolação (10h00 às 14h00). Vizzotto et al. (2015) observaram que nos horários de maior incidência de radiação solar, os animais com acesso à sombra apresentaram menor interação agressiva e consequentemente melhores indicativos de conforto térmico de acordo com os parâmetros fisiológicos. Van Laer et al. (2015), avaliando os efeitos das condições de verão e da sombra nos indicadores de comportamento para desconforto térmico de vacas Holandesas e Belgian Blue a pasto, observaram que a procura por sombra pelos animais aumentou em 30 a 40% nos horários com temperaturas mais elevadas, sendo que nos animais que permaneceram ao sol foram observados aumentos nos valores dos parâmetros fisiológicos acima do indicativo como conforto térmico.

Considerações finais

A inserção de árvores em sistemas pecuários melhora as condições microclimáticas e ambientais (proteção contra altas temperaturas, geadas, ventos frios, granizo, tempestades.

De todos os benefícios proporcionados pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris aos animais, a melhoria da ambiência e do seu bem-estar, ambos fortemente correlacionados, são uma tendência de mercado, direcionada para produtos ambientalmente adequados, abrindo uma oportunidade para compor elementos de marketing ambiental para a atividade pastoril. Podem, assim, serem considerados uma ferramenta para a otimização do diferencial já existente na bovinocultura brasileira.

Referências

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscap and Urban Planning**, v. 138, p. 99-109, 2015. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008

ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Bem-estar animal em sistemas em **integração lavoura-pecuária-floresta**. In: Luiz Adriano Maia Cordeiro; Lourival Vilela; João Kluthcouski; Robélio Leandro Marchão. (Org.). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, v.1, p. 274-289, 2015.

BERGIGIER, P. **Effect of heat on intensive meat production in the tropics; cattle, sheep and goats, pigs**. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1986, Botucatu, FMZ/UNESP. Anais… Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.7-44

BIZINOTO, A. L.; BENEDETTI, E.; BORGES, L.C.F.; FAVERO, B.F.; AGUIAR, A. P.A. DRUMOND, L. C. D. **Efeitos da suplementação com cromo orgânico e do sombreamento sobre o desempenho de bovinos nelore criados a pasto durante o período de maio a novembro**. FAZU em Revista, Uberaba, n.2, p. 226-236, 2005

BIRD, P.R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P.A.; BURKE, S.J.A.; LEYS, J.F.; PARKER, J.N.; VAN DER SOMMEN, F.J.; VOLLER, P. **The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock**. Agroforestry Systems, Dordrecht, v. 20, p. 59-86, 1992.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. **heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review**. Australian Journal of Experimental Agriculture, v.34, p.285-295, 1994.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. **Microclimate landscape design**: Creating thermal comfort and energy efficiency. New York: J. Wiley, 1995. 193 p.

CARVALHO, Nelcy Madruga de; OLIVO, Clair Jorge and BURIOL, Galileo Adeli. **Efeitos da disponibilidade de sombra durante o verão sobre a produção de leite de vacas da raça holandês**. Cienc. Rural [online]. 1993, vol.23, n.1 [cited 2019-09-01], pp.73-79. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781993000100014&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781993000100014.

COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A.; ALVARENGA, R. C.; GUIMARÃES, S. T.; LAMPEÃO, A. A.; WINKELTRÖTER, L. K.; MACIEL, I. C. de F. Performance of crossbred steers post-weaned in an integrated crop-livestock system and finished in a feedlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 5, p. 355-365, 2017.

DUNCAN I.J.H., DAWKINS M.S. (1983) **The Problem of Assessing "Well-Being" and "Suffering" in Farm Animals**. In: Smidt D. (eds) Indicators Relevant to Farm Animal Welfare. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, vol 23. Springer, Dordrecht

DUNCAN, I. J. H. **Science-based assessment of animal welfare: farm animals. Revue Scientifique et Technique International Office of Epizootics**, Paris, v. 24, n. 2, p. 483-492, 2005.

Duncan I J H and Fraser D 1997. **Understanding animal welfare**. In: Appleby M C and Hughes B 0 (eds) Animal Welfare pp 19-31. CAB International: Wallingford, UK

FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P.; HOETZEL, M. J.; LABARRÊRE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 137-146, 2011.

GLASER, F. D. Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

HAHN, G.L. **Dinamic Responses of cattle to thermal heat loads**. Journal of Animal Sciences 77(2): 10-20 (1999).

HUGHES B.O., 1976. Behaviour as an index of welfare. Proc. V European Poultry Conference, Malta, 1005-1018

INMET. **Instituto de Nacional de Meteorologia**. Disponible em: <http: reia.inmet.gov.br/agrometeorologia/agro_menu.php?opc=8> Aceeso em: 10 de out. 2005.

JOSE, S. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview**. Agroforestry Systems, Dordrecht, v.76, p. 01-10. 2009

KAMAL, R.; DUTT, T.; PATEL, B. H.; DEY, A.; CHANDRAN, P. C.; BARARI, S. K.; CHAKRABARTI, A.; BHUSAN, B. Effect of shade materials on microclimate of crossbred calves during summer. **Veterinary World**, v. 7, n. 10, p. 776-783, 2014. Doi: 10.14202/vetworld.2014.776-783.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C. de; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 12, p.1933-1941, 2016. Doi: 10.1007/s00484-016-1180-5.

KLOWOSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A.T. de; GASPARINO, E. **Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.5, n. 2, p. 283-288, 2002

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of tree on the thermal environment and behaviour pf grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 4, p. 755-761, 2016. Doi: 10.1007/s11250-016-1021-x.

MOLENTO, C. F. M. Medicina veterinária e bem-estar animal. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 28/29, p. 15-20, 2003.

MOTA, F. S.; ROSKOFF, J. L. C.; SILVA, J. B. Risco de perdas por estresse climático na produção de leite no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometorologia, v.5, n.2, p. 265-268, 1997

MUSSELMAN, K. N.; MARGULIS, A. S.; MOLOTCH, N. P. Estimation of solar direct beam transmittance of conifer canopies from airborne LiDAR. **Remote Sensing**, v. 136, p. 402-415, 2013. Doi: 10.1016/j.rse.2013.05.021.

NAÃS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone Editora, 1989. 183 p.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer academic publishers; International Centre for Research in Agroforestry – ICRAF, 1993.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agricola**, v. 29, n. 4, p. 508-517, 2009.

PORFIRIO DA SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com Grevillea robusta A. Cunn. ex R.Br. no noroeste do Estado do Paraná**. Florianópolis: UFSC, 1998. 128p. Tese Mestrado

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável no Paraná**. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM. M. J.; CARNEIRO, J. da C. (org.) Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 235-255.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A. R. R. ; CARAMORI, P H ; BAGGIO, A. J. . **A radiação solar global em pastagem arborizada com renques de *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br.** Agrossilvicultura (Viçosa) , v. 1, n.2, p. 187-193, 2004.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. **A integração "lavoura-pecuária-floresta"como proposta de mudança no uso da terra**. In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Ed.). Novos desafios para o leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 197-210.

PROMIS, A.; SCHINDLER, D.; REIF, A.; CRUZ, G. Solar radiation transmission in anda round canopy gaps in an uneven-aged Nothofagus betuloides forest. **International Journal of Biometeorology**, v. 53, n. 4, p. 355-367, 2009. Doi: 10.1007/s00484-009-0222-7.

RANDIN, T.; JOHNSON, C. **O bem-estar dos animais**: Proposta de uma vida melhor para todos os bichos. São Paulo: Rocco, 2010. 334 p.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. **Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas**. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 2. Jaboticabal, 09 e 10 de novembro de 1993. Anais... [Eds.] Vanildo Faroretto e outros. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1993. p. 17-61.

SANKER, C.; LAMBERTZ, C.; GAULY, M. Climatic effects in Central Europe on the frequency of medical treatments of dairy cows. **Animal**, v. 7, n. 2, p. 316-321, 2013.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* hill ex maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9-20, 1993.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; POULOUIN, Y. A.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 125-133, 2010. Doi:10.3168/jds.2009-2416.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombra de árvores em pastagens para bovinos. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006.

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental**: os animais e seu ambiente. São Paulo: Nobel, 2008. 286 p.

SILVA, I. J. O.; MIRANDA, K. O. S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, v. 6, n. 11, p. 89-115, 2009.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; FRANCO, A. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoril em ambiente tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 87-95, 2010.

SILVA, I.J.O. Ambiência Pré e Pós Porteira: novos conceitos da ambiência aninal. SIMCRA - Simpósio de Construções Rurais e Ambiência. Palestra - Cd-Rom -. UFV, Viçosa, 2012

SOSSIDOU, E. M.; TSIPLAKOU, E.; ZERVAS, G. Options for managing livestock production systems to adapt to climate change. **Journal of Earth Science and Engineering**, v. 4, n. 1, p. 415-427, 2014.

STERZA, F. A. M.; SILVA, W. A. L. da; FERREIRA, M. G. C. R.; KISCHEL, H.; ORTIZ, G. L.; SOUZA, M. B.; LIMA, A. C. B. de; ARRUDA, E. D. S.; SILVA, R. F. da; POEHLAND, R. Influence of integrated crop-livestock system in the in vitro production of cattle embryos. **Animal Reproduction**, v. 13, n. 3, p. 497, 2016. Proceedings of the 30th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society and 32nd Meeting of the European Embryo Transfer Association.

TRIPON, I.; CZISZTER, L. T.; BURA, M.; SOSSIDOU, E. M. Effects of seasonal and climate variations on calves thermal comfort and behavior. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 7, p. 1471-1478, 2014.

VAN LAER, E.; MOONS, C. P. H.; AMPE, B.; SONCK, B.; VANDAELE, L.; DE CAMPENEERE, S.; TUYTTENS, F. A. M. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1536-1546, 2015.

VIZZOTTO, E. F.; FISCHER, V.; THALER NETO, A.; ABREU, A. S.; STUMF, M. T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F. A.; McMANUS, C. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, 2015.

WALL, A. J.; KEMP, P. D.; MACKAY, A. D.; POWER, I. L. Evaluation of easily measured stand inventory parameters as predictor of PAR transmittance for use in poplar silvipastoral management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 139, n. 4, p. 665-674, 2010. Doi: 10.1016/j.agee.2010.10.012.

ZHANG, M.; CHEN, L.; XIN, M.; XU, Z.; LI, J. Studies of forecast model of photosynthetic active radiation in sunlight greenhouse in Winter in Panjin. **Agricultural Basic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 214-218, 2015.

Davi J. Bungenstab



Capítulo 16

Princípios da pecuária leiteira em sistemas de ILPF

Roberta Aparecida Carnevalli
Admar Junior Coleti
Hélio Tonini
Aline Barros da Silva
Carolina Della Giustina
Jorge Lulu

O setor leiteiro e os sistemas de integração

O setor leiteiro tem importante papel na ordem econômica e social do agronegócio brasileiro, com uma significativa participação no PIB da pecuária. O setor produtivo conta com um universo de 1,3 milhões de propriedades leiteiras distribuídas praticamente em todo o território nacional, com diferentes níveis de intensificação. Ainda assim, o Brasil tem participado de forma tímida nas exportações de alimentos lácteos nos últimos anos, por motivos que vão do preço relativo do seu produto às restrições impostas pelo mercado internacional em relação à qualidade do leite.

Entre os fatores de baixa representatividade do leite brasileiro em âmbito mundial destacam-se: o baixo nível de profissionalismo na atividade, especialmente do setor produtivo, onde se destacam o deficiente controle sanitário do rebanho, qualidade do leite abaixo dos padrões internacionais, pouca eficiência dos sistemas mostrando baixos índices nos fatores de produção, como nutrição dos animais, manejo da ordenha e ambiência. Quando se relaciona as necessidades de um sistema de produção de leite às características de sistemas integrados de produção, verifica-se que o atendimento de muitos problemas tidos como entraves ao crescimento da atividade leiteira podem ser resolvidos com a aplicação desta tecnologia.

A diversidade e complexidade são propriedades inerentes aos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Os atributos de sustentabilidade são únicos e se impõem na nova lógica de "intensificação sustentável" (Garnett et al., 2013), exigida para o futuro da produção mundial de alimentos. O resultado, no âmbito de sistema, é maior que a soma das contribuições das tecnologias individuais, em que se depreende a aplicação do conceito de propriedades emergentes (Odum, 1988). Enquanto os diferentes componentes vegetais, árvores e culturas agrícolas, incorporam nutrientes e energia e os animais funcionam como catalisadores ao introduzirem variabilidade e novas vias de fluxos de nutrientes e água, o solo é o compartimento que irá acolher, ou seja, será o mediador e a "memória" da evolução dos processos sinérgicos envolvidos (Anghinoni et al., 2013).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta ou agrossilvipastoris possuem grande potencial para contornar as condições climáticas adversas em regiões de clima tropical, que contribuem para a baixa produção de leite, por prevalecer altas temperaturas do ar, em virtude da elevada radiação solar incidente, e elementos que podem causar o estresse térmico nos animais (elevada temperatura, umidade, radiação e vento), afetando negativamente os processos fisiológicos dos animais e consequentemente a produção de leite e reprodução.

Em termos práticos, como um exemplo do efeito da integração foi comprovado que a utilização de sistemas silvipastoris (árvores + pastagem) em um sistema de leiteria na Colômbia proporcionou um incremento da produção de leite, de 10.585 para 12.702 L/ha/ano (Murgueitio, 2000). No caso de vacas leiteiras, especialmente as de origem europeia, o consumo de alimento pode cair de 15 a 25% nos períodos de estresse calórico intenso. Dessa maneira, se a temperatura permanecer acima de 30°C por mais de 6 horas, a produção de leite pode se reduzir em 4 kg/dia para uma vaca que produza 27 kg/dia de leite, representando enormes prejuízos para o produtor (Souza et al., 2010a).

Interações dos componentes nos sistemas de integração para produção de leite

Os sistemas de integração com árvores levam à melhoria do conforto térmico ao fornecer sombra para o gado pois proporcionam um ambiente com temperatura mais amena, melhoria do valor nutricional da pastagem, possibilidade de suplementação alimentar para os animais com por exemplo feno ou silagem produzida a partir do componente agrícola, redução do efeito da sazonalidade de produção da forrageira e, consequentemente, o aumento e estabilização da produção de leite.

A qualidade da produção animal, oferecendo o menor nível de impacto e estresse devem ser priorizadas num sistema de produção de leite. Além da proteção dos animais contra condições climáticas cada vez mais agressivas, as árvores podem propiciar fonte de alimento aos animais na forma de folhas e frutos. Outro grande benefício do sistema é a segurança alimentar. A produção agrícola pode ser comercializada, mas também pode ser utilizada dentro da propriedade agregando valor ao produto final (leite e/ou carne). Plantas como milho, sorgo e milheto, por exemplo, podem ser utilizadas como fonte de alimentos para os rebanhos no período de escassez de alimentos (seca), garantindo a boa nutrição e desempenho dos animais nessa época do ano, evitando perdas de peso, de produtividade leiteira e até morte de animais. Juntamente com a produção dessas culturas com silagem, há a formação barata de pastagens que são utilizadas também pelo rebanho em períodos de início e meio de seca.

O componente florestal para pecuária leiteira em sistema de integração

Sob a ótica da produção leiteira, a escolha da espécie florestal é definida por uma série de fatores que vão da finalidade do uso da madeira ou frutos à tolerância de convívio com animais. São vários os produtos florestais que podem ser oferecidos ao mercado: carvão, lenha, escoras para construção civil, toras para serraria ou laminação, maravalha para cama de animais, produção de frutas, sementes ou folhas de interesse comercial ou consumo, além de simplesmente a presença da árvore promovendo sombra pela adequação do ambiente. A escolha do componente florestal pode priorizar espécies para múltiplos usos, que podem permitir a entrada de várias receitas durante o seu ciclo produtivo, sendo componente importante da renda de pequenas áreas de produção. Vale uma ressalva neste momento, por mais que uma propriedade leiteira no Brasil seja grande e produtiva, ela dificilmente ultrapassa tamanhos de 200 a 400 ha. Quando comparado a commodities como soja, milho e gado de corte, onde existem sistemas que utilizam milhares de hectares para a produção, o leite é produto oriundo usualmente de pequenas áreas.

A adaptabilidade das espécies escolhidas é fator importante no sucesso da adequação dos sistemas, ela se refere à sua capacidade de sobreviver e produzir na região de cultivo, relacionada à tolerância a secas, geadas e ao encharcamento do solo. Os principais fatores climáticos relacionados à adaptação, que afetam o desenvolvimento das árvores, são: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação média anual e luz.

A qualidade do solo afeta a velocidade do crescimento, a longevidade, a forma do tronco e da copa e a qualidade da madeira. A capacidade de retenção de água pelo solo é um dos fatores de maior importância, pois regula a absorção de nutrientes. Espécies com raízes superficiais são mais sensíveis à seca que as de raízes profundas e, em geral, coníferas não toleram solos alcalinos e folhosas desenvolvem-se bem tanto em solos ácidos quanto em alcalinos (Paiva; Vital, 2003).

Dentre as várias opções disponíveis adaptadas à região, deve-se dar preferência àquelas com domínio tecnológico, como por exemplo: conhecimento sobre tecnologia da semente; métodos de produção de mudas; indicativos do melhor espaçamento de plantio, fertilização e periodicidade de aplicação de desramas, desbastes e corte final. A disponibilidade de sementes melhoradas ou clones de alta produtividade deve ser verificada.

Optar por árvores de rápido crescimento também implica em obter os benefícios de sua presença no sistema em um menor período. As árvores de rápido crescimento aumentam a expectativa de sucesso econômico da ILPF, pois respondem melhor às expectativas de retorno econômico e diminuem o risco de perdas de árvores por danos causados pelos animais. Quanto mais alta for a taxa de crescimento, mais cedo os animais podem ser introduzidos no sistema.

Para uso em sistemas de produção de leite integrados, as árvores devem apresentar, preferencialmente, crescimento monopodial, fustes altos e copa pouco densa, de modo a possibilitar maior passagem de luz, permitindo o bom desenvolvimento dos cultivos e da pastagem embaixo de sua copa. Espécies com raízes pivotantes profundas são as mais indicadas por diminuir competição por água e nutrientes com os outros componentes do sistema.

O estabelecimento das árvores constitui-se em uma fase crítica e os danos causados pelos animais neste período, podem comprometer o sucesso do sistema que depende da adaptabilidade da forrageira para com o ambiente sombreado, do estabelecimento adequado das árvores e da compatibilidade do tipo e da categoria animal para com as árvores e com a forrageira, conforme descrito em detalhes por Porfírio-da-Silva et al. (2012) e em outros capítulos desta obra.

Em áreas de produção de animais jovens, uma opção é a associação de pastagens com espécies frutíferas de menor porte. Na Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop/MT, o experimento com criação de bezerras leiteiras com frutíferas tem apresentados resultados muito promissores quando o tifton-85 foi associado com caju, cajá e goiaba (Figura 1) (Giustina et al., 2017).



Foto: Gabriel Faria

Figura 1. Sistemas silvipastoris com tifton-85 e frutíferas para criação de bezerras leiteiras no Brasil Central.

O componente agrícola e forrageiro para pecuária leiteira em sistema de integração

Independente da espécie ou origem, para as plantas do extrato inferior de um sistema de integração com árvores, a quantidade de luz disponível é o fator mais determinante para o crescimento e a produção das forrageiras e dos cultivos agrícolas e está condicionada ao manejo de quatro variáveis: espaçamento; densidade e diâmetro de copa; desbastes e desramas e tolerância das plantas do extrato inferior ao sombreamento (Andrade et al., 2001).

Além do adequado arranjo espacial das árvores na área, as espécies agrícolas e forrageiras escolhidas devem ser bem adaptadas ao ecossistema da região onde será implantado o sistema. Também devem ser bem-sucedidas quando inseridas em conjunto com o componente arbóreo, apresentando boa adaptação aos níveis de luz encontrados abaixo do extrato arbóreo, como também ao solo (pH, fertilidade, textura, drenagem) e ao manejo (Viana et al., 2010).

Concomitantemente à semeadura de forrageiras anuais, podem ser semeadas forrageiras perenes, como as braquiárias em consórcio. Essa prática possibilita o alongamento do período de pastejo e ainda a formação de palhada para a semeadura direta de cultura granífera ou de lavoura para a produção de silagem na safra de verão seguinte (Kluthcouski; Yokoyama, 2003).

Estudos mostraram que a produtividade, a matéria seca da forragem do milho e a interceptação luminosa do capim-marandu são menores quando localizados próximos (2 m) das árvores de eucalipto. A partir de 4 m, o capim-marandu tem maior produtividade sem o consórcio com o milho. Observou-se também que o consórcio promoveu uma redução no perfilhamento do capim-marandu em relação ao capim solteiro sob o eucalipto (Sales, 2015).

No caso da espécie agrícola, a escolha deve dar muita importância também às características da propriedade leiteira, ou seja, a sua tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, disponibilidade de maquinários e mão de obra, demandas do próprio sistema, além da análise de mercado local, como exemplo, eventual escoamento de produção e o preço (Castro; Paciullo, 2006; Freitas et al., 2010).

Dentre as diversas opções de culturas para a propriedade leiteira, o milho destaca-se sobremaneira pelas variadas formas de uso na produção de leite, seja pela produção de silagem ou de grão para uso direto na propriedade, ou ainda, como fonte de renda para amortização de custos. Na formação de sistemas consorciados com florestas é uma cultura interessante, devido à sua simplicidade de condução e ao seu melhor comportamento diante de diversidades climáticas (Macedo et al., 2006), e quando consorciado com culturas forrageiras destaca-se, devido a sua competitividade e pela possibilidade de colheita mecanizada (Figura 2).

Foto: Gabriel Faria



Figura 2. Colheita de milho consorciado com braquiária para produção de silagem.

O milho quando cultivado nas entrelinhas de eucaliptos, em associação inicial, apresentou maiores produtividades de grãos que em monocultivo, seu cultivo não influenciou na sobrevivência da espécie florestal e ainda promoveu a redução de 50,8% no custo da implantação da espécie florestal (Moniz, 1987). Desta mesma forma, Silva et al. (2015), que trabalharam com o milho consorciado com U. ruziziensis em três sistemas de cultivo, observaram que a produtividade de grãos de milho aumentou no Sistema Santa Fé e no Sistema de ILPF intercalado com mogno africano, quando comparados com o Sistema Convencional.

Entretanto, o milho quando cultivado após o segundo ano da implantação da floresta pode ter sua produtividade drasticamente reduzida, devido ao maior sombreamento provocado pelas árvores quando o plantio da árvore é mais adensado. De acordo com Coletti (2016), que trabalhou com o consórcio de milho/capim-BRS Piatã (*Urochloa*

brizantha cv. BRS Piatã), na região de Sinop/MT, em um sistema de ILPF, as plantas a pleno sol (ILP) produziram 74,5 e 130% a mais que as plantas sombreadas (ILPF), respectivamente, para o espaçamento entrelinhas de 0,45 e 0,90 m da cultura do milho e renques espaçados de 14 m. Os resultados corroboram com aqueles obtidos por Macedo et al. (2006), que trabalharam na região de Paracatu/MG, com o consórcio de milho com clones de eucalipto de 2 anos de idade, em dois locais de avaliação dentro do entre renque (1,8 e 2,7 m; e 4,5 e 5,4 m) e verificaram diminuição da produtividade de grãos dos consórcios de milho com eucalipto nos dois locais de avaliação, quando comparados com o monocultivo de milho.

A inclusão do componente arbóreo aos componentes lavoura e pastagem pode representar um avanço sobre sistemas de ILP, porém, na adoção do consórcio dentro do sistema de ILPF, é preciso estar atento à intensidade dos efeitos de competição, uma vez que, neste sistema há um fator a mais interferindo no meio, que é a redução da luminosidade (Figura 3).



Foto: Gabriel Faria

Figura 3. Cultivo de milho consorciado com braquiária entre renques de eucalipto no Brasil Central.

Importância da silagem para pecuária leiteira em sistema de integração

A sazonalidade na produção de forragens nos trópicos caracteriza-se pela maior produção de biomassa durante a época chuvosa e menor produção durante a época seca. Sendo assim, os pecuaristas necessitam estocar forragem produzida na época chuvosa, de modo a ter alimento volumoso de boa qualidade disponível para a alimentação dos animais na época de escassez de forragem. Em sistemas de produção de leite, o volumoso mais indicado é a silagem na alimentação dos animais, sendo o milho e o sorgo as principais culturas utilizadas no processo de ensilagem (Müller et al., 2015). Na produção de gado de corte tem se tornado cada vez mais comum a prática da confecção de silagem (Restle et al., 1999). Isto tem acontecido, segundo Demarchi et al. (1995), principalmente em regiões com exploração pecuária mais tecnificada, em que a procura por melhores índices

zootécnicos e rentabilidade econômica tem levado grande número de produtores que utilizam o confinamento a adotarem sistematicamente esta prática. Outro fator que tem contribuído para o aumento da ensilagem é a integração agricultura-pecuária, pois é cada vez maior o número de agricultores que têm utilizado pastagem em sistema de rotação com culturas anuais, além de ter crescido o número de pecuaristas que têm utilizado a agricultura como forma de reduzir o custo de recuperação ou renovação de pastagens. Independente do sistema de cultivo, exclusivo ou em integração lavoura-pecuária, a silagem de sorgo mostrou-se economicamente viável na terminação de cordeiros em confinamento, em especial no sistema de integração (Yokobatake, 2014).

A silagem, quando utilizada dentro das técnicas e padrões recomendados e pelo fato de conservar os princípios nutritivos do material ensilado, garante o fornecimento aos animais de alimento de boa qualidade durante todo o período crítico de estiagem. Em consequência, os custos de produção são minimizados e se mantêm os índices produtivos e reprodutivos, principalmente na exploração de bovinos leiteiros (Dias et al., 2001). Apesar de o milho ter sido sempre a forrageira de maior utilização no processo de ensilagem. Entretanto, o sorgo tem se mostrado como boa opção em substituição ao milho, especialmente, em regiões com irregularidade hídrica. Nestas regiões, o sorgo tem sido mais explorado, devido à maior resistência a veranicos, maior produção por área e menor exigência quanto à fertilidade do solo, em relação ao milho.

O milho e o sorgo são culturas mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e, especialmente, pela qualidade da silagem produzida sem o uso de aditivos ou pré murchamento (Demarchi et al., 1995).

O componente animal na pecuária leiteira em sistema de integração

É importante destacar que bovinos de aptidão leiteira, devido ao seu maior consumo de alimentos, apresentam um considerável aumento na produção de calor metabólico e, consequentemente, dificuldade de equilíbrio térmico, quando submetidos a condições de calor ambiental (Azevedo et al., 2005).

Vacas cruzadas com zebuínos são mais tolerantes as variações climáticas (Azevedo et al., 2005). O problema principal das raças leiteiras de origem europeia está na adaptação ao clima tropical, decorrente da alta capacidade produtiva, proporcionando alterações fisiológicas e comportamentais, provocados pelo estresse pelo calor (Silva et al., 2002). A maior adaptação dos zebuínos às condições de temperatura elevada está na sua capacidade de dissipação de calor por meio da sudorese de forma mais efetiva, pois possuem maior número de glândulas sudoríparas ou maior volume de secreção, pêlos mais curtos e maior superfície em relação à massa corporal, apresentando assim, um mecanismo termo regulatório mais eficiente que os taurinos (Pereira et al., 2008).

A redução no consumo de alimentos em gado leiteiro ocorre independentemente do seu estágio produtivo quando submetido a ambientes desafiadores, comprometendo a eficiência de utilização dos nutrientes da dieta. Houve redução de 49 e 55% da digestibilidade de matéria seca total e da proteína bruta, respectivamente, em animais estressados, comparado aos animais mantidos em conforto térmico (Passini et al., 2009). O grupo animal submetido ao conforto térmico permaneceu em ambiente com temperatura

média de 21ºC, enquanto os animais em condições de estresse permaneceram em câmara bioclimática com temperatura média de 38ºC, durante todo o período experimental.

Por outro lado, os animais conseguem identificar locais sombreados que oferecem uma maior proteção contra a radiação solar, a fim de amenizarem o estresse calórico ao qual se encontram (Schutz et al., 2009).

O sombreamento de Acacia holosericea cultivada em sistema silvipastoril com 100 árvores/ha, proporcionou uma redução de 26% na carga radiante em relação ao tratamento com exposição solar, embora a redução do ITGU não tenha sido suficiente para atingir os valores estipulados para animais de origem europeia (Silva et al., 2008; Oliveira et al., 2006). Entretanto, nas regiões mais quentes do Brasil, dificilmente seja encontrado animais de linhagem europeia pura. A grande e maciça maioria é composta por animais cruzados com zebu em diferentes combinações Silva et al., 2008).

Um sistema silvipastoril bem planejado pode proporcionar um ambiente adequado para a produção baseada em animais cruzados com aptidão leiteira em todas as épocas do ano. Em muitos casos, como no Brasil Central, o período seco é muito mais agressivo que o chuvoso em função das altas temperaturas, baixa nebulosidade e baixa umidade do ar. As nuvens durante o período chuvoso do ano amenizam essa condição. Um exemplo dos padrões climáticos na região pode ser verificado na Figura 4.

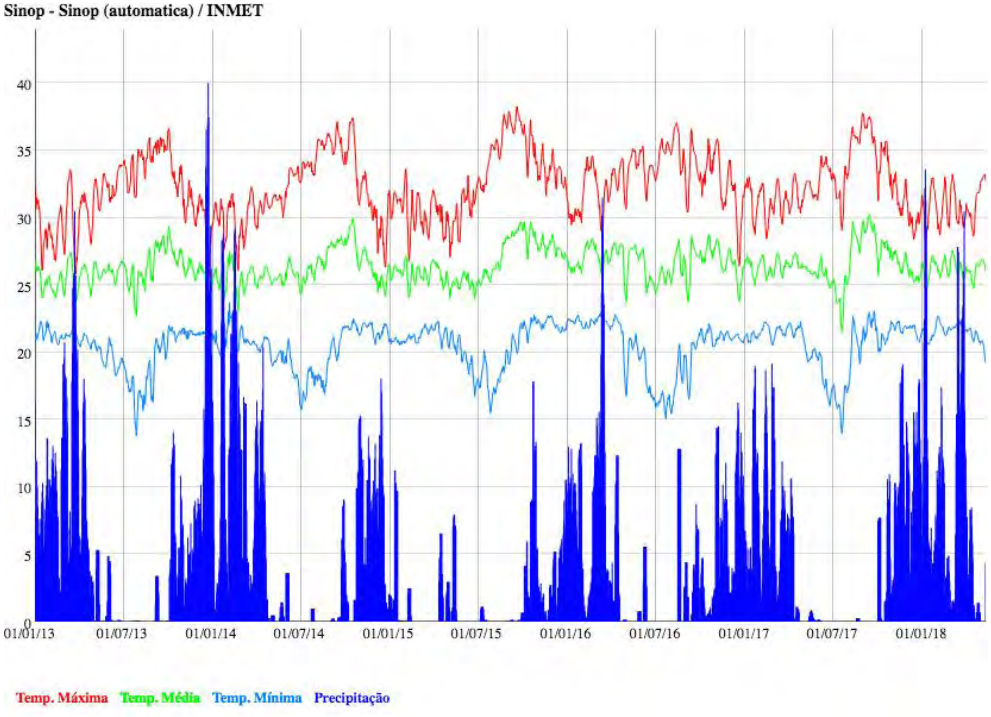


Figura 4. Precipitação (mm/dia) e Temperaturas máxima, média e mínima (ºC) de Sinop/MT no período de 2013 a 2018.

Fonte: Agritempo (2018).

Segundo dados de experimento conduzido na Zona da Mata em Minas Gerais, os animais despendem tempo igual ao sol e à sombra ao deitarem-se em busca de descanso. Este comportamento ocorre independente da época do ano, devido possivelmente a dispersão das árvores no piquete experimental, inferindo-se, portanto, ao sistema silvipastoril, a capacidade de amenizar as intempéries ambientais no entorno das copas das árvores, uma vez, no turno da tarde, no período de verão, há uma redução na temperatura do globo negro de 6,5ºC sob a copa em comparação ao pleno sol, sendo as árvores de maior altura e de copa globosa/densa, as que conferiram maior redução da irradiação solar (Leme et al., 2005).

Em condições de Centro-Oeste brasileiro, novilhas leiteiras que tinham maior oferta de sombra passaram a maior parte do seu tempo nas áreas de influência das árvores, seja na atividade de ócio, ruminação ou pastejo. No sistema com sombreamento localizado às margens do piquete, as novilhas procuraram mais a sombra nas horas mais quentes do dia para ruminação e ócio (Figura 5), enquanto que aquelas sem oferta de sombra, simplesmente permaneciam em ócio ao redor dos bebedouros com reduzida atividade de pastejo nesses horários (Figura 6) (Mello et al., 2017). O mesmo comportamento foi verificado por Ferreira et al. (2011), com ovinos Santa Inês quando submetidos a sistemas com e sem sombreamento por coqueiros no Rio de Janeiro. Na região da Amazônia ocidental, também foram encontrados fortes benefícios do uso de espécies arbóreas nas pastagens para propiciar melhor ambiente a bovinos com linhagem europeia (Townsend et al., 2002).

Fotos: Gabriel Faria



Figura 5. Novilhas leiteiras em ócio e pastejando em sistemas silvipastoris no Brasil Central.

Fotos: Gabriel Faria



Figura 6. Novilhas leiteiras em ócio e pastejo em sistemas pastoril sem árvores no Brasil Central.

O desempenho de novilhas leiteiras não foi alterado pela presença ou ausência de árvores na região serrana de Minas Gerais, entretanto complementam que a adição na renda vem da produção da madeira que foi cultivada em conjunto (Paciullo; Castro, 2006). No centro-oeste brasileiro, na transição com bioma Amazônico, o desempenho de novilhas leiteiras foi avaliado e foi possível verificar que o sistema silvipastoril com espaçamento mais aberto (50 m entre renques de eucalipto utilizado neste experimento) foi possível manter o nível de produção da forragem e desempenho animal equiparável ao sistema a pleno sol (Figura 7). O sistema intensamente sombreado, com renques de eucalipto a cada 15 m de distância (60 a 70% de sombreamento), proporcionou uma queda considerável na produção vegetal o que reduziu o desempenho dos animais. Entretanto, nessa condição os animais apresentaram melhores características de conforto térmico que o sistema a pleno sol, propiciando um comportamento semelhante ao sistema com sombreamento marginal, ambos superiores ao pleno sol em termos de bem-estar animal (Lopes et al., 2016). Em regiões mais quentes do país, resultados diferenciais de desempenho animal são esperados, sendo amplificados quando esses animais se encontram em estágio de lactação. Estudos nessa linha de pesquisa estão sendo realizados na Embrapa Agrossilvipastoril (Figura 7), com resultados previstos para 2020.



Foto: Gabriel Faria

Figura 7. Um quadrante da base experimental de pesquisas em sistemas integrados de produção de leite da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop/MT (Sistema Pleno Sol, Sombreamento Lateral Moderado com 50 m entre renques de eucalipto e Sombreamento Intenso com 15 m entre renques).

Considerações Finais

O caminho para a sustentabilidade de produção em pequenas propriedades, como é o caso usual da pecuária leiteira, é a diversificação. Entretanto, é necessário que a diversificação não traga a perda de foco da atividade fim da propriedade e traga benefícios ao sistema como um todo. No caso da pecuária leiteira, a associação com árvores (frutíferas ou madeireiras); agricultura (para produção de grãos e silagem) para uso na propriedade ou

comercialização, com utilização dos resíduos, são exemplos de como as atividades podem ser aditivas.

A racionalização do uso dos alimentos conforme as demandas do rebanho; a melhoria do processo produtivo com uso de técnicas e consórcios de plantas utilizando-se população, fertilização e manejo adequados e a busca por um sistema de produção visando máxima eficiência de uso com mínimo de perdas no processo, são os caminhos para o sucesso do empreendimento.

Cabe ao profissional agrícola conhecer as nuances das diferentes combinações e planejar sistemas mais complementares que competitivos para o sucesso e consolidação do sistema. Além do conhecimento técnico, uma dose de observação, bom-senso, visão ampla e em perspectiva acompanham o sucesso da integração entre a lavoura, a pecuária e a floresta.

Finalmente, um sistema agrossilvipastoril bem planejado pode trazer benefícios não somente ao ganho de carne e leite, mas benefícios de aumento de renda, segurança alimentar e sustentabilidade social, econômica e ambiental quando bem planejado e conduzido de maneira adequada.

Referências

AGRITEMPO. 2018. Disponível em <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Grafico/index.jsp?siglaUF=MT>. Acesso em: 20 mar. 2016.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do Capim-Tanzânia em um Sistema de Agrossilvipastoril com Eucalipto na Região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p.1178-1185, jul./ago. 2001.

ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K.; OLIVEIRA, T. K. de. Arborização de pastagens na América Latina. Situação atual e perspectivas. IN: ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K.; OLIVEIRA, T. K. de. **Guia Arbopasto**: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-25.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: ARAÚJO, A. P.; AVELAR, B. J. R. (Ed.). **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtrópico brasileiro**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2013. cap. 8, p. 221-278.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; CONTE, O.; LANG, C. R. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: FONSECA, A. F. da; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. Ponta Grossa: AEACG/Inpag, 2011. p. 272-309.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 holandês-zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.

BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BERNARDINO, F. S.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NEVES, J. C. L.; ROCHA, C. R. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p.1412-1419, jul. 2011.

CASTRO, A. B.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA, T. S.; ALVES, A. A. Desempenho produtivo de ovinos em sistema silvipastoril (coqueiro) no litoral cearense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Otimizando a produção animal**: anais. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 4 p. 1 CD ROM.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado técnico, 50).

COLETTI, A. J. **Cultivo de milho consorciado com capim-piatã em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 2016. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira.

DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estádio vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, nov./dez. 2001. Suplemento.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; MELOTTO, A. M.; BUNGENSTAB, D. J.; LAURA, V. A. Tree management and wood properties in integrated crop-livestock-forestry systems with Eucalyptus. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. (Ed.). **Integrated crop-livestock-forestry systems**: a Brazilian experience for sustainable farming. Brasília, DF: Embrapa, 2014a. p. 133-154.

FERREIRA, E. M.; SANTANA, A. V.; CALIL, F. N.; COSTA, L. F. S.; TSAI, H. S. Atributos químicos de solo sob diferentes tratamentos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18; p. 449, 2014b.

FERREIRA, E. V. F.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade da soja na integração lavoura-pecuária sob intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 161-169, 2011a.

FERREIRA, R. A.; ESTRADA, L. H. C.; THIÉBAUT, J. T. L.; GRANADOS, L. B. C.; SOUZA JÚNIOR, V. R. S. Avaliação do comportamento de ovinos santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 399-403, mar./abr. 2011b.

FONTAN, I. C. I. **Dinâmica a copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agroflorestal**. 2007, 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; NASCIMENTO, P. G. M. L. Culturas agrícolas em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. **Sistema Agrossilvipastoril**: Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. p. 69-103.

GARNETT, T.; APPLEBY, M. C.; BALMFORD, A.; BATEMAN, I. J.; BENTON, T. G.; BLOOMER, P.; BURLINGAME, B.; DAWKINS, M.; DOLAN, L.; FRASER, D.; HERRERO, M.; HOFFMANN, L.; SMITH, P.; THORNTON, P. K.; TOULMIN, C.; VERMEULEN, S. J.; GODFRAY, H. C. J. Sustainable Intensification in agriculture: premises and policies. **Science**, v. 341, n. 6141, p. 33-34, July 2013.

GIUSTINA, C. D.; CARNEVALLI, R. A.; ROMANO, M. R.; ANTONIO, D. B. A.; ECKSTEIN, C. Growth of different fruit tree species in silvopastoral systems during the establishment phase. **Revista Caaatinga**, v. 30, n. 4, p. 1040-1049, 2017.

GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L.; PORFIRIO-DA SILVA, W. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 4, p. 743-749, Aug. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-142.

KUMAR, S.; UDAWATTA, R. P.; ANDERSON, S. H. Root length density and carbon content of agroforestry and grass buffers under grazed pasture systems in a Hapludalf. **Agroforestry Systems**, v. 80, n. 1, p. 85–96, Sept. 2010.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun. 2005.

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 4, p. 755-761, 2016.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S.; OLIVEIRA, T. K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p.701-709, set./out. 2006.

MELLO, A. C. T. de; CARNEVALLI, R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; PEDREIRA, B. C.; LOPES, L. B.; XAVIER, D. B. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, e20160316, dez. 2017.

MONIZ, C. V. D. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus torelliana* F. Muell), em plantio consorciado com milho (*Zea mays* L.) no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais**. 1987. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MÜLLER, M. D.; MARTINS, C. E.; BRIGHENTI, A. M.; MORENZ, M. J.F.; ROCHA, W. S. D.; SOBRINHO, F. S.; CALSAVARA, L. H. F.; ANDRADE, P. J. M.; MACHADO, A. F. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas. In: MARTINS, P. do C.; PICCININI, G. A.; KRUG, E. E. B.; MARTINS, C. E.; LOPES, F. C. F. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite**: desafios e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 343-386.

MURGUEITIO, E. Sistemas agroflorestales para la producción gandera en Colombia. In: POMAREDA, C., STEINFELD, H. **Intensificaión de la ganadería em Centro América**: benefícios econômicos y ambientales. San José, Costa Rica: CATIE/ FAO/SIDE, 2000. p. 219-242.

NATIONAL WEATHER SERVICE WEATHER FORECAST OFFICE. 2016. Disponível em: <http://www.srh.noaa.gov/tsa/?n=wbgt>. Acesso em: 20 mar. 2017.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA CNPAF, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 64).

OLIVEIRA, I. P. de; ROSA, S. R. A. da; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. da. Palhada no Sistema Santa Fé. **Informações Agronômicas**, n. 93, p. 6-9, mar. 2001.

OLIVEIRA, L. M. F. de; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G. de; SILVA, M. P. da. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 823-831, set./dez. 2006.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T; ÁVILA PIRES, M. Desempenho de novilhas leiteiras em pastagem solteira ou em sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus grandis* e leguminosas arbóreas. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 1., 2009, Posadas. **Actas**... Buenos Aires: INTA, 2009.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. **Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras**: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 21 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de pesquisa, 20).

PAIVA, H. N.; VITAL, B. R. **A escolha da espécie florestal**. Viçosa: UFV, 2003. 42 p. (Cadernos didáticos, 93).

PASSINI, R.; FERREIRA, F. A.; BORGATTI, L. M. O.; TERENCIO, P. H.; SOUZA, R. T. Y. B.; RODRIGUES, P. H. M. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Acta Scientiarum**: Animal Sciences, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.

PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. de N. F. V. da; CECON, P. R.; FARIA, E. de S. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, fev. 2008.

PORFIRIO-DA-SILVA, W.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo: Embrapa florestas, 2010. 48 p.

PORFIRIO-DA-SILVA, W.; MORAES, A.; MOLLETA, J. L.; PONTES, L. S.; OLIVEIRA, E. B.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C.F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p.183-192, 2012.

PORFIRIO-DA-SILVA, W.; MORAES, A.; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF)**. Colombo: Embrapa florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 219).

RESENDE, A. V. de; SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; ARNS, L. L. K.; RIBEIRO, L. F. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p.269-275, 2008.

RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; BERNARDES, R. A. C. O novilho super precoce. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 1999. p. 191-214.

RODRIGUES, M. M.; SANTOS, M. S.; TANIA MARIA LEAL, T. M.; OLIVEIRA, M. E.; MOURA, R. L.; ARAÚJO, D. L. da C.; RODRIGUES, F. N.; VASCONCELOS, J. I. Comportamento de ovinos em sistema silvipastoril com cajueiro. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 1-4, 2012.

SALES, D. M. **Produtividade da forragem de milho e Capim-marandu Integrados em sistema agrossilvipastoril com eucalipto**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal: Produção Animal) – Campus Experimental de Dracena, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquista Filho", Dracena, SP.

SALMAN, A. K.; ANDRADE, C. M. S.; GAMA, M. M. B.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, T. K.; MENDES, A. M.; ASSIS, G. M. L. Método de seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. In: ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K.; OLIVEIRA, T. K. **Guia Arbopasto**: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasilia, DF: Embrapa, 2012. p. 57-90.

SCHUTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R. TURCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, n. 1, p. 28-34, jan. 2009.

SILVA, A. R. B.; BENEZ, S. H. Cultivares de milho: Produtividade em diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos. **Energia na Agricultura**, v. 20, n. 1, p. 77-90, 2005.

SILVA, A. R. B.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Cultivo de milho em diferentes sistemas integrados de manejo de um Latossolo Amarelo. **Cerrado Agrociências**, n. 6, p. 65-74, 2015.

SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; ESPINAL, F. S. C.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização do nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2853-2861, out./dez. 2008. Número especial.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO Jr., I.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, set./out. 2002.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, S. M.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO. A. A. **Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 25 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de pesquisa, 34).

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 79-88, jan./fev. 2010b.

SOUZA, W. de; BARBOSA, O.R.; MARQUES, J.A.; COSTA, M.A.T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 686-695, mar. 2010a.

TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; SILVA NETTO, F. G. Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris na Amazônia ocidental. **Pasturas Tropicales**, v. 25, n. 3, 2002.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; LARA, J. F. R.; GUIMARÃES, C. G.; MACÊDO, G. A. R.; NETO, M. M. G.; TEIXEIRA, M. F. F. Características agronômicas do milho cultivado para silagem no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade. **Anais**. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

YOKOBATAKE, K. L. A. **Produção, qualidade da carcaça e da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de sorgo**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal: Produção Animal) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.



Capítulo 17

Produção de ovinos de corte em sistemas integrados

José Alexandre Agiova da Costa
Cristiano Magalhães Pariz
Marcílio Nílton Lopes da Frota
Fernando Alvarenga Reis
Ciniro Costa
Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Marcos Lopes Teixeira Neto
Paulo Roberto de Lima Meirelles
Gelson Luis Dias Feijó
André Michel de Castilhos
João Batista Catto
Carlos Alexandre Costa Crusciol
Geraldo Magela Cortes Carvalho

O potencial da ovinocultura no Brasil

O primeiro registro de ovinos no Brasil data de 1556, sendo estes animais trazidos pelos portugueses à época do descobrimento. Originários da Península Ibérica, eram raças lanadas de pequeno porte e extremamente rústicas (SANTOS, 2003). Por cinco séculos multiplicaram-se com mínima interferência do homem, sendo fortemente influenciados pelo processo de seleção natural, adquirindo características adaptativas e de produção para as diversas regiões do país, ficando conhecidos como raças "locais", "crioulas" ou naturalizadas (MARIANTE; EGITO, 2002). A expansão da ovinocultura, que inicialmente esteve mais ligada à subsistência, exceção no Rio Grande do Sul em que se desenvolveu baseada na produção de lã, atualmente tem objetivos comerciais.

O rebanho mundial de ovinos era de 1,2 bilhão de cabeças em 2014, encontrando-se distribuído em todos os continentes. Queda nos rebanhos foi verificada na América do Sul (FAO, 2014), embora o rebanho brasileiro tenha aumentado, sendo estimado em 18,41 milhões de cabeças em 2015, o que representou aumento de 4,5% sobre 2014, de acordo com a Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE, 2015). A região Nordeste concentrou 60,5% do rebanho nacional, com a região Sul com 26,5% do efetivo, seguida das regiões Centro-Oeste (5,6%), Sudeste (3,8%) e Norte (3,6%). Na região Centro-Oeste o Estado de Mato Grosso do Sul possui um plantel de 503 mil cabeças (2,9% do rebanho nacional), o que representa 51% do rebanho regional. Na região Sudeste o Estado de São Paulo possui 409 mil cabeças (2,3%), correspondendo a 58% do rebanho regional (SOUZA et al., 2016).

Os estados em destaque na criação de ovinos no Nordeste foram Bahia (17,2%), Pernambuco (13,1%) e Ceará (12,5%), sendo o Rio Grande do Sul o estado com o maior número de animais na Região Sul, com 21,5% do total nacional. Os municípios de maiores efetivos foram Santana do Livramento (RS), Casa Nova (BA) e Alegrete (RS) (IBGE, 2015).

Na região Central do Brasil há vantagens na ovinocultura, devido ao uso amplo de pastagens, com possibilidade de escalonamento da produção de cordeiros ao longo do ano, proporcionado pela conservação de forragem para o período seco e pelo uso de sistemas integrados nos quais as pastagens implantadas têm alto valor nutricional. Igualmente se verificam na região facilidades produtivas decorrentes da alta oferta de grãos e do controle sanitário proporcionado pelo período seco. A organização da comercialização via iniciativa de instituições locais, como a instituição da Propriedade de Descanso de Ovinos para Abate – PDOA (Reis, 2016), e do potencial produtivo representado pela associação da ovinocultura com sistemas de produção tradicionais como a bovinocultura de corte e de leite, propiciarão o desenvolvimento da atividade na região.

Na região Sudeste a principal vantagem competitiva reside na proximidade entre a produção e o consumidor final, que reside em cidades de alta densidade populacional. A diversidade climática e de paisagem (municípios litorâneos, serranos e planálticos) criam alternativas produtivas amplas, que envolvem tanto a ovinocultura de leite quanto a de corte, muitas vezes associadas a atividades turísticas. Também se verifica na ovinocultura, devido ao menor tamanho das propriedades rurais, a alternativa de criação que viabiliza negócios rurais.

Na região Nordeste a tradição de produção e de consumo de carne ovina encontra em feiras regionais e em iniciativas de verticalização (abate e distribuição) canais de comercialização que paulatinamente ampliam a atividade. Soluções tecnológicas como o uso da palma forrageira em clima semiárido e de sistemas integrados no Cerrado do sul do Piauí e Maranhão, são alternativas que viabilizam a produção.

Os sistemas integrados de produção ovina, consideradas as especificidades regionais, proporcionam alternativas de aumento de renda aos empreendedores que produzem carne, leite, fibras, grãos e energia. Especificamente na produção de cordeiros a integração diminui a sazonalidade na oferta de animais para o abate, mas reside no uso de lavouras um dos mais importantes aspectos para a produção ovina em sistemas integrados, porque o período sem pastejo facilita o controle ambiental da verminose. Este ocorre pelo uso alternado das glebas, ora com lavouras ora com pastagens, quebrando o ciclo de sobrevivência de larvas no pasto e viabilizando a terminação em pastos novos formados em sistemas integrados.

Sistemas de produção de ovinos de corte

Dentre as alternativas tecnológicas e gerenciais disponíveis para o produtor que deseja investir na ovinocultura de corte devem ser buscadas aquelas de maior viabilidade técnico-econômica, consideradas as condições específicas da propriedade rural. Neste contexto a base nutricional do rebanho deve receber atenção especial, incluindo estratégias que implicam uso de pastos e suplementação energético-proteica para suprir as diferentes categorias nas fases em que se encontram, sejam ovelhas vazias, prenhes ou lactantes, sejam borregas em recria ou mesmo cordeiros em terminação.

A quantidade de cordeiros produzida depende da taxa de desmame (número de cordeiros desmamados em relação ao número de ovelhas paridas), do período do ano em que os acasalamentos ocorrem e, consequentemente, da época do ano em que os partos acontecem, o que implica medidas de ajuste nos manejos alimentar, reprodutivo e sanitário, por parte do ovinocultor.

Sendo assim, a oferta de cordeiro ao longo do ano depende de estratégias a serem adotadas que não são as mesmas praticadas em propriedades tradicionalmente dedicadas à ovinocultura. Sistemas integrados de produção ovina podem suprir parte desta demanda crescente porque propiciam a produção de alimento o ano todo, diminuindo a sazonalidade de cordeiros destinados à terminação, o que contribui para a fidelização de um consumidor que nos últimos vinte anos passou a consumir carne ovina, principalmente nos grandes centros urbanos (GERON et al., 2012). Sendo a demanda maior que a oferta, o consumo depende de importações principalmente do Uruguai, mercado responsável por, no mínimo, 80% do volume anual de importação (VIANA et al., 2015). O maior desafio do setor produtivo de ovinos reside em criar capacidade de oferta de produtos cárneos para os diferentes mercados, que variam desde nichos altamente especializados aos mercados de consumo em massa (VIANA et al., 2013).

Sistemas integrados desenvolvidos na região Centro-Oeste

Os sistemas integrados desenvolvidos para o Centro-Oeste envolvem estratégias baseadas em pastos formados em sucessão à soja (pasto safrinha) ou em consórcio com lavouras de milho ou sorgo, sendo, portanto, sistemas clássicos de ILP em que os cordeiros são terminados a pasto com suplementação energético-proteica no cocho, utilizando-se 2% do peso corporal do lote, o que caracteriza esta terminação como semi-confinamento.

Uma alternativa estudada, que serve como comparação de desempenho entre os sistemas é o semi-confinamento em pastos de braquiária formados convencionalmente, para a engorda durante a estação seca. Os pastos são previamente vedados ao pastejo ovino de forma que diminua a sobrevivência das larvas infestantes de vermes, principalmente de *Haemoncus contortus*. Este sistema é de fácil uso na propriedade rural, pois não implica uso de sistemas integrados e também não limitando o uso para outros fins, desde que no período de terminação haja oferta suficiente de forragem, com grande disponibilidade de folhas.

A terminação em confinamento, que exige uma estrutura mais complexa e onerosa, deve ser reservada aos animais de maior potencial de ganho de peso, pois a alternativa tem maior custo de produção quando comparada à produção a pasto (SILVA, 2015). Esse último sistema pode utilizar como volumoso silagens produzidas com as lavouras de sorgo ou milho consorciadas com guandu (Cajanus cajan) (Quintino et al., 2013), como se vê na Figura 1.



Fotos: Sergio G. E.Villafuerte, Andrei P. Neves e José Alexandre A. Costa.

Figura 1. Produção de silagem destinada à terminação de cordeiros. (A) Semeadura de lavoura de milho consorciada com guandu e capim-piatã em segunda safra (março). (B e C) Lavoura em desenvolvimento.

Os consórcios de lavouras de milho ou sorgo, com capim e guandu permitem a utilização da pastagem que rebrota após a colheita, sendo uma vantagem indiscutível da produção de silagem em sistemas integrados. Estas pastagens podem ser mais bem aproveitadas na terminação de cordeiros ou na recria de borregas, sendo esta categoria também exigente em dietas de alto valor nutricional. Entre as vantagens do uso do confinamento estão o grau de acabamento das carcaças e a possibilidade de repetir ciclos sequenciais de produção, aproveitando melhor a infraestrutura construída para confinar.

Os cordeiros utilizados nos estudos são do grupo genético pantaneiro descritos por Vargas Junior et al. (2011) e Costa et al. (2013), filhos de ovelhas de cria mantidas em braquiária (capim-marandu) o ano todo, suplementadas durante o periparto (terço final da gestação à desmama). As ovelhas entram em estação de monta nas águas (meados de outubro a dezembro) por 45 dias, a estação de parição ocorre entre meados de março e abril e a desmama aos 70-80 dias entre maio e junho, quando os cordeiros desmamados entram nos sistemas de terminação, o que coincide no Brasil Central com o período seco. O pasto é formado em ILP (em safrinha pós-soja ou em consorcio com lavoura de milho ou sorgo). A terminação dura de 60 a 70 dias, com os animais alcançando peso final em torno de 30-32 kg. Neste sistema não ocorre recria, somente as borregas selecionadas para compor o plantel são recriadas, entrando em estação de monta no outono do ano seguinte ao do nascimento, acima dos 12 meses seguindo uma estação reprodutiva convencional.

A intensificação na produção é possível utilizando-se três partos em dois anos, sendo que a ovelha pantaneira, sem estacionalidade produtiva, que falha em uma estação de monta passa à estação subsequente, com descarte daquelas que não emprenham na segunda exposição. As borregas são recriadas em pastos formados em ILP e são desafiadas aos 8 meses, passando a integrar o sistema intensificado (mais detalhes estão em Reis et al., 2015). Os cordeiros são terminados precocemente para a venda.

Resultados produtivos e econômicos

Na região central do Mato Grosso do Sul, no Núcleo Regional Centro-Oeste localizado na Fazenda Modelo em Terenos, sistemas de terminação de cordeiros em ILP, Pasto Vedado, Confinamento e Confinamento *ad libitum* foram estudados.

Em 2013 foi implantada pastagem de capim-piatã consorciado com sorgo granífero, mas devido ao plantio no fim de abril a lavoura de sorgo não produziu grãos. Em 2014 a pastagem de capim-paiaguás foi introduzida em segunda safra, em março, após soja. A produtividade de grãos foi de 50 sacos.ha^{-1}. Nos dois anos a pastagem se estabeleceu bem e nela foram terminados cordeiros pantaneiros desmamados. Os sistemas a pasto (ILP e Vedado) constituíam-se de semi-confinamento, com suplementação de concentrado energético-proteico (16% PB e 70% NDT) a 2% do peso corporal. Nos sistemas de confinamento a dieta foi oferecida *ad libitum* ou restrita a 2% do peso corporal, com volumoso a base de silagem de sorgo + capim-piatã. O peso médio a desmama foi de 17,43 kg para todos os sistemas. Os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Desempenho produtivo de cordeiros pantaneiros (machos e fêmeas) em sistemas de terminação no período seco. Núcleo Centro-Oeste, Terenos/MS, 2013-2014.

Variáveis	Pasto Vedado	ILP	Confinamento	Confinamento *ad libitum*	CV%
Peso final (kg)	28,72 b	30,68 a	27,85 b	30,91 a	9,48
Ganho de peso (kg)	11,28 b	13,25 a	10,42 b	13,48 a	24,90
Ganho médio diário (g)	0,152 bc	0,178 ab	0,139 c	0,180 a	18,64

Médias seguidas de letras distintas na linha são diferentes pelo teste Tukey-Kramer (P<0,05).

No sistema em ILP os animais obtiveram ganhos semelhantes aos dos cordeiros em Confinamento ad libitum. Mesmo com disponibilidade menor de concentrado energético-proteico tem alto ganho porque pastam em pastagens novas, de alta oferta em folhas verdes e de alto valor nutricional (Tabela 2). No sistema de Pasto Vedado e Confinamento os ganhos tiveram desempenho inferior e não diferiram entre si. A restrição da suplementação a 2% do peso vivo no sistema Confinamento decorreu da necessidade de minimizar a influência da dieta na infestação por nematódeos gastro-intestinais (Catto et al., 2011).

Os machos obtiveram ganho médio diário 22 g superior às fêmeas e o peso final foi superior em 1,6 kg. Entre os sistemas em confinamento, os cordeiros sob dieta *ad libitum* tiveram o ganho médio diário superior em 39 g e o peso final superior em 3 kg.

Na figura 2 observamos os sistemas, em primeiro plano a lavoura de soja safra 2013/14, capim-paiaguás formado em safrinha pós-soja, ao fundo pasto de capim-piatã formado em consórcio com sorgo na safra 2012/13, semi-confinamento em pasto vedado de capim-piatã e as instalações do confinamento.

Nos sistemas de terminação a pasto foram utilizados os capins piatã e paiaguás, a quantidade média de lâminas foliares disponíveis aos cordeiros durante o período de pastejo foi superior para ILP em relação ao Pasto Vedado, sendo de 1,0 t MS.ha^{-1} e 1,8 t MS.ha^{-1} e de 0,9 t MS.ha^{-1} e 1,1 t MS.ha^{-1}, respectivamente em 2013 e 2014. A produtividade maior em folhas no sistema de ILP foi consequência da maior disponibilização de nutrientes ao pasto pela implantação da lavoura, mas também porque o capim-paiguás produz mais folhas no período seco (EMBRAPA, 2013).

O maior valor nutricional da forragem observado no capim-paiaguás foi superior para o sistema ILP, enquanto o capim-piatã não se demonstrou superior, pesando mais a condição inicial de pastejo (idade da pastagem na entrada dos cordeiros) do que o sistema de produção. Os resultados estão na Tabela 2.

As lavouras para produção de silagem em ILP foram implantadas em plantio direto, em palha de gramíneas forrageiras dessecadas 30 dias antes da semeadura. Foram utilizados espaçamentos de 0,45 m entre as linhas, sendo utilizadas linhas alternadas de milho e guandu. A densidade de 60-70 mil plantas de milho/ha, correspondeu a 5-6 sementes/m linear e a de guandu na densidade de 130-140 mil plantas, correspondeu a 12-13 sementes/m linear. O ponto de ensilagem do consórcio foi o do milho em estádio de grão farináceo. A colheita foi aos 100 dias. As estimativas de produtividade variaram de 41 a 58 t MV/ha (13 a 19 t MS/ha).



Fotos: José Alexandre A. Costa

Figura 2. Sistemas integrados de produção de ovinos. (A) Suplementação com silagem a pasto; (B) Capim-paiaguás de safrinha pós-soja; (C) Cordeiros em semi-confinamento em capim-piatã vedado; (D) Confinamento com volumoso de silagem de sorgo e capim-piatã.

Tabela 2. Composição bromatológica (%) da forragem disponibilizada ao pastejo no período seco. Núcleo Centro-Oeste, Terenos/MS, 2013-2014.

	Sistemas	PB	FDN	FDA	DIVMO	Lig S	Lig P	Celulose	Sílica
ILP	Piatã (2013)	6,81 c	75,69 d	38,68 c	54,98 c	3,82 b	8,53 c	28,25 d	3,58 c
	Paiaguás (2014)	10,47 a	73,16 a	35,42 a	59,42 a	3,88 c	7,19a	25,91 a	2,42 a
Pasto Vedado	Piatã (2013)	7,43 b	75,53 c	36,75 b	56,14 b	3,66 a	7,87b	27,21 b	2,72 b
	Piatã (2014)	5,78 d	75,23 b	39,53 d	46,93 d	3,88 c	8,98 d	27,48 c	3,83 d

Médias com letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).
Fonte: Neves et al. (2015 b).

Para avaliar os sistemas de produção baseados em silagem, foram terminados cordeiros em confinamento a base de silagem milho e milho e guandu e a pasto formado em ILP (rebrota de capim-piatã + guandu, pós-colheita para ensilagem), que resultaram em maior ganho de peso, com 10,85 kg de ganho por cabeça, bem como maior ganho médio diário, de 0,17 kg/cab/dia. Nas análises econômicas a margem líquida na produção de cordeiros foi mais eficiente em ILP, seguida do sistema pasto vedado, confinamento a base

de silagem Milho+Guandu e silagem milho, respectivamente. A margem líquida foi maior para a terminação em ILP, embora para todos os sistemas de terminação tenham obtido margens liquidas satisfatórias em torno de 30% sobre o capital investido (Villafuerte, 2016). Na figura 3 vê-se a colheita do consórcio milho+guandu+capim-piatã, o pastejo dos cordeiros na rebrota do pasto capim-piatã+guandu e o sistema pasto vedado no período seco.

No controle ambiental da verminose, que se julga uma contribuição tão importante quanto os aspectos ligados ao desempenho produtivo, os cordeiros mantidos a pasto não foram mais infectados do que os confinados. Na desmama quando os cordeiros ainda eram mantidos com as mães, o grau de infestação verificado pelo exame de OPG não diferiu (P>0,12) entre eles e depois de distribuídos nos sistemas de terminação também não diferiram (P>0,44). Os resultados estão na Tabela 3.

Fotos: José Alexandre A. Costa



Figura 3. Colheita e uso do consórcio milho+guandu+capim-piatã. (A) Colheita da forragem em lavoura consorciada, (B) Pastagem rebrotada pós-colheita para ensilagem, (C) Detalhe do pastejo dos cordeiros terminados em Sistema ILP com capim-piatã (semiconfinamento), (D) Sistema vedado de terminação em pastagem de capim-piatã (semiconfinamento).

Tabela 3. Número de ovos por grama de fezes (OPG) de cordeiros durante o período de terminação. Núcleo Centro-Oeste, Terenos/MS, 2014.

Tratamentos	OPG médio	
	Desmame	Terminação
ILP	3,15 ± 0,15	0,35 ± 0,19
Pasto Vedado	3,40 ± 0,14	0,66 ± 0,18
Confinamento	2,89 ± 0,17	0,31 ± 0,19
Confinamento *ad libitum*	3,04 ± 0,14	0,61 ± 0,18

Valores médios OPG transformados (log 10+1).
Fonte: Neves et al. (2015 b).

Estudo realizado com ovelhas pantaneiras classificadas pelo OPG em susceptíveis e resistentes mostrou que houve redução na mortalidade de ovelhas, de 20% para apenas 6%, a redução do número de ovos na média anual de OPG foi de 57% e no número de tratamentos anti-helmínticos a redução foi da ordem de 2,4 vezes (Catto et al., 2011 e Fernandes et al. 2011). A redução no número de tratamentos anti-helmínticos e na mortalidade foi de 67% e 70%, respectivamente. Nas ovelhas classificadas como resistentes, no período entre o desmame e o periparto, foram efetuados apenas 8 tratamentos anti-helmínticos no primeiro ciclo e 16 no segundo ciclo experimental. Além disso, ovelhas consideradas como resistentes à verminose produziram crias mais pesadas ao nascimento, porém, essa classificação não teve influencia na taxa de natalidade nem no percentual de cordeiros desmamados (Catto et al., 2017 a, b).

O sistema ILP fica 8 meses sem pastejo e o sistema Pasto Vedado em torno de 5 meses, tempo que se mostra satisfatório para diminuir as infestações durante a terminação no período seco.

Os pesos vivos e de carcaças foram semelhantes entre os sistemas, exceção para o Confinamento que foi menor. Isto decorreu da baixa limitação do fornecimento de ração concentrada, diferentemente dos demais sistemas onde os animais tiveram maior oportunidade na seleção da dieta, seja em grãos ou em forragem. O rendimento de carcaça foi superior para o Confinamento *ad libitum* e nesta variável o sistema Confinamento não diferiu dos sistemas de terminação a pasto.

As avaliações das carcaças dos cordeiros em 2013 (Batista et al., 2015) mostram resultados satisfatórios para os cordeiros terminados. Os resultados estão na Tabela 4.

O desenvolvimento muscular comparado pela área de olho de lombo não diferiu entre os sistemas sendo o valor médio 10,09 cm^2. A espessura de gordura subcutânea, importante variável na conservação frigorífica da carne, foi inferior no Pasto Vedado ($P<0,05$) 1,25 mm em relação aos demais, com valor médio de 1,73 mm.

Tabela 4. Avaliação de carcaça de cordeiros pantaneiros (machos) proveniente de sistemas de terminação. Núcleo Centro-Oeste, Terenos/MS, 2013.

Variáveis	Pasto Vedado	ILP	Confinamento	Confinamento *ad libitum*	CV%
Peso vivo (kg)	33,47 a	33,07 a	28,30 b	30,96 ab	15,72
Peso de abate (kg)	31,44 a	31,07 a	26,26 b	28,88 ab	16,69
Perda ao jejum (%)	6,13 b	6,13 b	7,33 a	7,01 ab	17,23
Peso carcaça quente (kg)	13,69 a	13,83 a	11,71 b	13,92 a	17,48
Peso de carcaça fria (kg)	13,16 a	13,20 a	11,16 b	13,25 a	17,96
Rendimento de carcaça quente (%)	43,52 b	44,53 b	44,64 b	48,20 a	5,14
Rendimento de carcaça fria (%)	41,59 b	42,51 b	42,55 b	45,83 a	5,01
Perda por resfriamento (%)	4,42	4,53	4,67	4,10	31,03
pH inicial	6,38	6,49	6,45	6,48	3,13
pH final	5,67 bc	5,64 c	5,83 a	5,80 ab	3,06

Médias seguidas de letras distintas na linha apresentam diferença estatística pelo teste t (P<0,05).
Fonte: Adaptado de Batista et al. (2015).

A análise econômica dos sistemas de terminação considerou os custos totais de produção, quais sejam os custos de aquisição de insumos para lavoura e para o confinamento, de aquisição dos cordeiros, o custo operacional efetivo de manutenção e de depreciação de infraestrutura exigidos em cada sistema de terminação. Estes custos foram rateados por kg de cordeiro e por kg de carcaça produzidos. As receitas totais foram estimadas pelo valor de venda de grãos e do lote de cordeiros vivos. O ponto de nivelamento em cabeças de cordeiros foi obtido (Tabela 5). O preço de compra e venda do kg vivo do cordeiro foi o mesmo, estimado a R$ 5,96 por kg. O rendimento da soja foi de 50 sacas.ha^{-1}, cotada a R$ 65,00 por saca.

Tabela 5. Análise econômica de sistemas de terminação de cordeiros pantaneiros no período seco. Núcleo Cento-Oeste, Terenos/MS, 2013-2014.

Indicadores	2013 (63 Dias)- 25 cordeiros				2014 (70 Dias)- 16 cordeiros			
	Conf*	Vedado	ILP	Conf *ad libitum*	Conf	Vedado	ILP	Conf *ad libitum*
	R$							
CTC (kg vivo)	8,55	5,82	5,49	7,40	11,93	9,98	8,30	10,56
CTC (kg carcaça)	18,99	12,94	12,19	16,44	26,51	22,18	18,45	23,46
Receita Total	3.770,53	4.030,45	4.362,72	4.305,50	2.558,51	2.443,12	3.059,15	3.076,31
Custo Total	5.406,50	3.937,38	4.016,18	5.343,33	5.121,33	4.091,09	4.262,45	5.448,43
Lucro	(-1.635,96)	93,07	364,54	162,15	(-2.562,82)	(-1647,96)	(-1.203,30)	(-1239,36)
	Cabeças							
Ponto de Nivelamento	34	24	23	30	32	27	22	28

*CONF= Confinamento

O Sistema de ILP proporcionou melhor resultado econômico que os demais, decorrente da receita em grãos combinada ao maior desempenho animal. Esta situação foi verificada em ambos os anos analisados, embora se tenha colhido somente a lavoura de soja em 2014 (o sorgo não produziu grãos em 2013, pelo plantio tardio na segunda quinzena de abril). Outra vantagem do ILP é a taxa de lotação que foi o dobro (41,7 cab.ha^{-1}) quando comparado ao Pasto Vedado (20,8 cab.ha^{-1}) em 2013, sendo estas taxas adequadas à disponibilidade de forragem de ambos os sistemas. Em 2014 as taxas de lotação foram menores.

No sistema Confinamento *ad libitum* os maiores ganhos de peso proporcionados aos cordeiros mostram que, apesar dos maiores custos de produção, os ganhos são semelhantes aos obtidos em ILP para ambos anos. Sendo assim a possibilidade de terminação sucessiva de grandes lotes em confinamento compensa as menores margens líquidas verificadas, sendo opção particularmente interessante para locais em que a oferta de grãos seja abundante e onde as propriedades rurais sejam pequenas.

Por outro lado, em que pese o menor desempenho dos cordeiros no sistema Pasto Vedado, o menor investimento e os menores custos de produção para a terminação neste sistema, manutenção e depreciação das pastagens (cercas, água e pasto), tornam-no uma alternativa de uso nas propriedades rurais em que não se faz integração lavoura-pecuária. Neste sistema a área necessária para a terminação dos cordeiros é pequena, permanece vedada ao pastejo ovino por quarto ou cinco meses, sendo utilizada com outras espécies de animais domésticos (bovinos, equinos, muares) até três a dois meses antes da terminação de cordeiros, com o intuito de acumular forragem.

Sistemas integrados desenvolvidos na região Sudeste

Em função da localização geográfica e das condições edafoclimáticas da região Sudeste, no verão, é possível a utilização de sistemas integrados de produção agropecuária característicos do Cerrado brasileiro, com destaque para o consórcio de culturas graníferas com forrageiras tropicais (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). O milho, o sorgo e a soja são as principais culturas utilizadas em consórcio com capins dos gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Panicum*, visando a produção de grãos ou silagem, com posterior produção de forragem para a ovinocultura no período seco, possibilitando inclusive a terminação de cordeiros em semi-confinamento (Figura 4).

Fotos: Cristiano Magalhães Pariz



Figura 4. Sistemas de terminação de cordeiros. (A) Cordeiros em pastagem de capim-marandu durante o dia; (B) Cordeiros suplementados com silagem de milho+concentrado durante a noite; (C) Carcaças produzidas no inverno/primavera. Botucatu, São Paulo.

Tal sistema tem possibilitado a recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso intensivo da área durante todo o ano (PARIZ et al., 2017a). Como inovação, também se tem utilizado o consórcio tríplice entre milho + capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) + guandu, visando a produção de silagem e melhoria nas características físicas e químicas do solo (Figura 5).

Fotos: Cristiano Magalhães Pariz

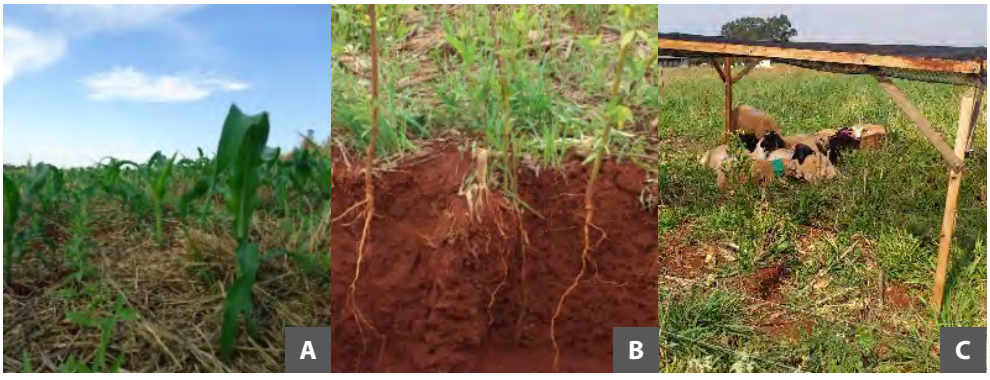


Figura 5. Consórcio tríplice de milho. (A) Milho+capim-marandu na linha e guandu na entrelinha em espaçamento de 0,45 m para ensilagem. (B) Raízes profundas do guandu contribuindo na descompactação do solo. (C) Cordeiros em pastejo durante o inverno/primavera. Botucatu, São Paulo.

Em algumas localidades da região Sudeste, principalmente na região Centro-Sul do Estado de São Paulo, em função das temperaturas abaixo de 15º C no inverno, também é possível a utilização de sistemas integrados de produção agropecuária característicos da região Sul do Brasil (MORAES et al., 2014). Nesse sistema, destacam-se as pastagens anuais de inverno, como a aveia (*Avena* spp.) e o azevém (*Lolium multiflorum*), após o cultivo de soja ou milho no verão, sendo boa alternativa para a produção de grãos, forragem e carne de cordeiro (Figura 6). Nesse sistema, o consórcio tríplice entre milho+capim-marandu+guandu no verão/outono para ensilagem, tem contribuído no fornecimento de nitrogênio para a pastagem de aveia-preta no inverno/primavera (Figura 7).



Fotos: Cristiano Magalhães Pariz

Figura 6. Cordeiros em pastejo de aveia-preta sobressemeada após a ensilagem do consórcio tríplice de milho+capim-marandu+guandu. Método de pastejo rotacionado durante o inverno (A) e primavera (B). Botucatu, São Paulo.



Fotos: Cristiano Magalhães Pariz

Figura 7. Pastagem de aveia-preta no inverno/primavera após o consórcio tríplice de milho+capim-marandu+guandu (esquerda) e consórcio duplo de milho+capim-marandu (direita) no verão/outono para ensilagem. Botucatu, São Paulo.

Na região sudoeste do Estado de São Paulo, a ovinocultura de corte também está se integrando com espécies florestais como Eucalyptus e o Pinus. Nessa região, como nas demais regiões do Estado de São Paulo, a ovinocultura envolve principalmente pequenos produtores e apresenta baixo nível de competitividade (GONZÁLEZ, 2014). Já a vocação florestal dessa região deve-se às suas características edafoclimáticas, apropriadas para a instalação de cultivos florestais destinados principalmente às indústrias moveleiras, pallets, papel e celulose, além de pequenas serrarias, cerâmicas e olarias, o que garante ao produtor a venda da madeira. A utilização das áreas reflorestadas com o objetivo de aproveitá-las como áreas de pastagens, em sistema silvipastoril, também tem se mostrado viável, oferecendo além do alimento (forragem), sombra e abrigo para os animais (CARVALHO; BOTREL, 2002).

Resultados produtivos e econômicos

Na região Centro-Sul do Estado de São Paulo, ao longo de dois anos agrícolas, o consórcio da cultura do milho com capim-marandu ou capim-piatã colhidos para ensilagem na altura de 0,45 m se mostrou a opção mais viável, por produzir quantidade satisfatória de silagem, melhorar a ciclagem de potássio e elevar o teor de matéria orgânica do solo, além da adequada produção de palhada e redução da compactação superficial do solo, em comparação as áreas com apenas rebrotação do capim-braquiarinha (*Urochloa decumbens*) presente na área que se encontrava degradada (Tabela 6).

Tabela 6. Produtividade de massa seca (PMS) de milho + capim-marandu e milho + capim-piatã para ensilagem, teor de potássio (K) e matéria orgânica (M.O.) do solo, produtividade de palhada (massa seca) após a dessecação da pastagem na primavera e resistência mecânica à penetração (RMP) das raízes na profundidade de 0-0,20 m do solo em um sistema integrado de produção agropecuária com terminação de cordeiros em semi-confinamento no inverno/primavera na região Centro-Sul do Estado de São Paulo. Média de dois anos agrícolas.

Sistemas de cultivo	PMS	K	M.O.	*Palhada*	RMP
	$Mg.ha^{-1}$	$mmolc.dm^{-1}$	$g.dm^{-1}$	$Mg.ha^{-1}$	MPa
M + CM (consórcio)	14,0 a**	1,7 a	48,3 a	4,5 a	1,7 b
M + CB (rebrotação)	12,0 b	1,0 b	40,1 b	1,3 b	2,1 a
M + CP (consórcio)	15,9 a**	1,5 a	45,7 a	3,5 a	1,7 b
M + CB (rebrotação)	12,0 b	1,0 b	40,1 b	1,3 b	2,1 a

* M, CM, CP e CB: milho para ensilagem colhido na altura de 0,45 m, capim-marandu, capim-piatã e capim-braquiarinha, respectivamente.
**Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de significância.
Fonte: Pariz et al. (2016; 2017b).

Aliado ao consórcio da cultura do milho com capim-marandu ou capim-piatã colhidos para ensilagem na altura de 0,45 m no verão, a sobressemeadura de aveia-amarela cv. São Carlos visando à terminação de cordeiros em semi-confinamento no inverno/primavera, proporciona maior disponibilidade de pastagem e consequentemente menor consumo de silagem e concentrado, maiores ganhos de peso e de carcaça por hectare e melhor viabilidade econômica desse modelo de sistema integrado de produção agropecuária

(Tabela 7). Além disso, em condições de pluviosidade nula na transição do inverno para a primavera, verificou-se incidência de fotossensibilização hepatógena nos cordeiros alocados nas pastagens dependentes apenas da rebrotação do capim-braquiarinha, principalmente na presença de forragem senescente em decomposição.

Nesse sistema, em função da pastagem de capim-marandu ou capim-piatã + aveia--amarela ou aveia-preta e utilização de semi-confinamento, suplementando os cordeiros com silagem de milho + concentrado, foi possível a obtenção de taxas de lotações entre 2.000 e 4.500 kg.ha^{-1} de peso vivo, com 50 a 130 cordeiros/ha em pastejo com lotação contínua ou rotacionada e taxa de lotação fixa ou variável no inverno/primavera.

Tabela 7. Produtividade de massa seca (PMS) da pastagem, consumo de matéria seca (CMS) de silagem de milho + concentrado pelos cordeiros semi-confinados no inverno/primavera, ganho de peso diário (GPD) dos cordeiros, produção de carcaça dos cordeiros, receita bruta (RB), custo operacional (CO) e margem de contribuição (MC) com a venda dos cordeiros para abate em um sistema integrado de produção agropecuária na região Centro-Sul do Estado de São Paulo. Média de dois anos agrícolas.

Sistemas de cultivo*	PMS	CMS	GPD	Carcaça	RB	CO	MC
	Mg/ha	% PV*	g	kg.ha^{-1}.ano^{-1}	R$/ha/ano		
M + CM + AA	10,4 a**	2,4 b	189 a	894 a	15.005,22 a	8.809,39 b	6.195,83 a
M + CP + AA	9,4 b	2,4 b	170 b	790 b	13.219,55 b	8.961,19 b	4.258,36 b
M + CB + AA	7,3 b	2,6 a	151 c	766 c	12.859,61 c	9.238,20 a	3.621,41 c

* M, CM, CP, CB, AA e PV: milho para ensilagem colhido na altura de 0,45 m, capim-marandu (consórcio), capim-piatã (consórcio), capim-braquiarinha (rebrotação), sobressemeadura de aveia-amarela e peso vivo, respectivamente.
** Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de significância.
Fonte: Pariz et al. (2017a).

As maiores taxas de lotação foram obtidas em anos agrícolas com melhores condições climáticas no inverno/primavera (temperaturas mais elevadas, ausência de geadas e maior precipitação pluvial), o que aumentou a disponibilidade de forragem. Porém, mesmo em anos agrícolas sob condições climáticas menos favoráveis no inverno/primavera, as taxas de lotação ficaram bem acima das que se verificam em sistemas exclusivos de pastagens com ovinos na região Sudeste do Brasil (abaixo de 5 cabeças/ha), em função da escassez de forragem. Vale ressaltar que utilizando cordeiros de raças mais especializadas para a produção de carne, com maior potencial genético, como por exemplo Texel e Dorper, é possível se obter ganho de peso diário na faixa de 230-250 gramas por dia em semi-confinamento nessa modalidade de sistema integrado de produção agropecuária, com peso vivo de abate e rendimento de carcaça em torno de 40-42 kg e 48-49%, respectivamente, proporcionando melhor qualidade de carcaça (LONGHINI, 2016), sendo esses resultados mais expressivos que os relatados na Tabela 7 obtidos com cordeiros da raça Santa Inês. Isso é importante, pois atualmente, os Frigoríficos Comerciais localizados na região Sudeste, têm dado preferência para carcaças mais pesadas de cordeiros (acima de 18 kg) e com melhor acabamento de gordura subcutânea, em função da realização de cortes especiais nas carcaças (pernil, paleta, costela, carré francês, carré curto, picanha, lombo, filé-mignon e pescoço) (Figura 8).

Fotos: Cristiano Magalhães Pariz



Figura 8. Carcaça de cordeiro produzida em sistemas integrados de produção agropecuária (A) em semiconfinamento. (B) Cortes especiais da carcaça de cordeiro realizados em frigorífico comercial. (C) Picanha de cordeiro com excelente acabamento de gordura subcutânea. Botucatu, São Paulo.

Destaca-se também, que mesmo em um solo com 60% de argila, a resistência mecânica à penetração de raízes nas profundidades de 0,00-0,40 m foi maior após a colheita do milho para ensilagem em relação ao pós-pastejo pelos cordeiros. Isso demonstra que, as raízes do capim-marandu ou capim-piatã pastejados por cordeiros no inverno/primavera são capazes de reduzir a compactação do solo exercida pelo intenso tráfego de maquinários na área devido ao processo de ensilagem da cultura do milho (Figura 9). Tal resultado valida uma alternativa de utilização da área para produtores de silagem de milho, os quais geralmente mantêm o solo em pousio na entressafra, por relevante possibilidade de insucesso de culturas graníferas nessa época do ano (safrinha), em função de condições climáticas adversas (baixas temperaturas e ausência de chuvas). Além disso, esses produtores realizam constantes arações e gradagens após a colheita para ensilagem, em função da compactação exercida por esse processo de colheita, o que atualmente é considerado uma prática que não atende aos preceitos conservacionistas do solo.

Na região sudoeste do Estado de São Paulo, dois modelos de sistema silvipastoril composto por clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*) em espaçamento de 12 m × 1 m (SSP I – linha simples) ou 12 m × 2 m × 2 m (SSP II – linha dupla), pastagem de capim-braquiarinha e ovinos foram avaliados (GONZÁLEZ, 2014). Os resultados indicaram que ambos os modelos são economicamente viáveis, apresentando valor presente líquido (VPL) de R$ 85.032,45 (R$ 2.834,42/ha) e R$ 69.521,20 (R$ 2.317,37/ha) e taxa interna de retorno (TIR) de 21,00 e 19,18%, para os modelos SSP I e SSP II, respectivamente, em um módulo de 30 hectares. Considerando o VPL, o SSP I é mais rentável que a monocultura do eucalipto (produção manual ou mecanizada), seguido do SSP II e da ovinocultura exclusiva, no qual o VPL foi de apenas R$ 2.618,25 (R$ 87,28/ha), caracterizando-se uma atividade pouco rentável. Além disso, a ovinocultura exclusiva apresenta até 45% de probabilidade de obter VPL negativo.



Fotos: Cristiano Magalhães Pariz

Figura 9. Processo de ensilagem. (A) Milho em consórcio com capim-marandu; (B) Capim-marandu remanescente após o processo de ensilagem do milho na altura de 0,45 m. (C) Raízes do capim-marandu contribuindo para a descompactação do solo. Botucatu, São Paulo.

A análise de sensibilidade, variando-se o custo da terra, indicou que para ambos os modelos de sistema silvipastoril, a atividade seria inviável para valores de aproximadamente R$ 1.000,00/ha/ano (GONZÁLEZ, 2014). Na região desse estudo (sudoeste do Estado de São Paulo), em áreas com algum grau de degradação, principalmente pastagens degradadas e relevo acidentado, é possível encontrar terras com valores de aproximadamente R$ 450,00/ha/ano. Porém, tais áreas são passíveis de recuperação utilizando-se os sistemas integrados de produção agropecuária aliado à ovinocultura de corte, tornando-se uma opção interessante, principalmente em pequenas propriedades rurais. Destaca-se também que a disposição do eucalipto (12 m × 1 m ou 12 m × 2 m × 2 m) e o manejo da desrama (com e sem) não influenciaram o comportamento ingestivo de ovelhas nesse sistema silvipastoril (BRITO et al., 2012).

Sistemas integrados desenvolvidos na região Nordeste

Sistemas integrados de produção de cordeiros têm sido estudados na região do cerrado do sul do estado do Piauí. Em área pertencente à fazenda Nova Zelândia localizada no município de Uruçuí (3º 37' S e 43º 22' W), o sistema foi implantado, depois de realizadas a correção e a adubação do solo, em dois hectares. A pastagem de capim-massai foi semeada a lanço, no meio do período das chuvas, que na região vai de outubro a abril. Em seguida o milho foi semeado com semeadora-adubadora, estabelecendo o consórcio. O milho foi colhido para grãos em abril, com produtividade de 5.400 $kg.ha^{-1}$. Cerca de 45 dias depois a pastagem de capim-massai estava com 3.200 $kg.ha^{-1}$ de matéria seca acumulada, ocasião em que foi dividida então em três piquetes iguais. Ovinos desmamados da raça Santa Inês manejados em pastejo alternado, passavam períodos de trinta dias (Figura 10) em cada pastagem. Foi utilizada lotação de 30 cordeiros/ha, por 90 dias, entre junho e setembro (período seco). Os animais foram suplementados com mistura múltipla (27% de milho moído, 15% de farelo de soja, 16% de fosfato bi cálcico, 10% de ureia, 30,58 % de sal comum, 1,3 % de enxofre e o restante de sulfatos de zinco, cobre e cobalto) servida no cocho em 2 g/kg de PV/animal/dia (BARROS, 2005).

Os animais obtiveram ganho médio diário de cerca de 80 g, resultado próximo aos obtidos por COMBELLAS (1980) e SOUZA et al (2008). O ganho por animal foi de 7,2 kg, com produtividade de 216 kg de PV.ha^{-1}. A receita líquida obtida foi de R$ 653,58 por ha.

Fotos: Marcílio N. L. da Frota

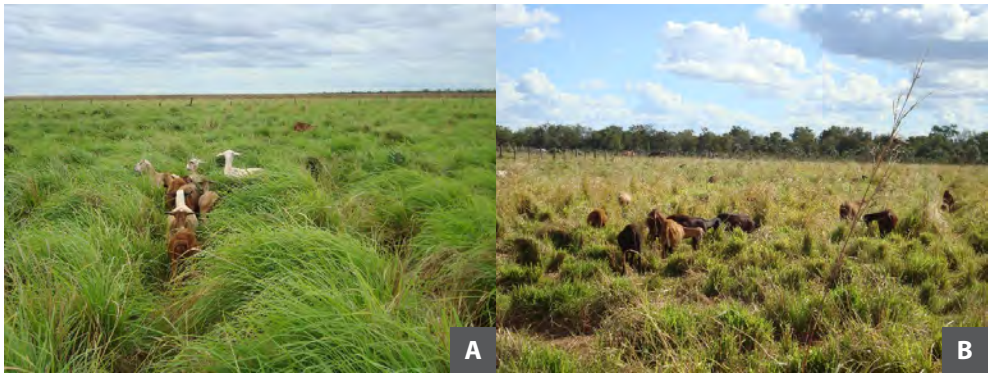


Figura 10. Manejo em pastejo alternado em capim-massai implantado em consórcio com milho. (A) Cordeiros Santa Inês em pré-pastejo; (B) em pastejo. Município de Uruçui-PI.

Os resultados obtidos pela fazenda possibilitaram a produção de carne através da terminação de ovinos na entressafra de grãos no cerrado piauiense, uma das regiões mais recentes incorporadas a produção de grãos no Brasil. Os resultados obtidos na fazenda possibilitaram a geração de renda extra em pleno período seco, sugerindo que os produtores de grãos podem diversificar a produção em suas propriedades com o componente pecuário, viabilizando os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) no cerrado piauiense.

Considerações finais

A ovinocultura de corte encontra-se em expansão no território nacional e o desenvolvimento de sistemas integrados de produção agropecuária específicos para ovinos permite ver com clareza o potencial da atividade no Brasil.

A terminação de cordeiros em sistemas integrados de produção agropecuária possibilita ganhos de peso satisfatórios e altas taxas de lotação, mostrando-se como melhor alternativa de desempenho em relação aos sistemas tradicionais de produção.

Os sistemas integrados de produção agropecuária para a ovinocultura proporcionam a redução substancial nas infestações por parasitas gastrointestinais, decorrentes da introdução de lavouras e do manejo voltado à terminação no período seco, no Centro-Oeste e no Sudeste.

A produção de silagem de milho consorciada com guandu e forrageiras tropicais no Brasil Central, e milho consorciado com guandu e forrageiras de inverno na Região Sudeste, proporciona produção de forragem para suprir o período de escassez de alimento, permitindo o escalonamento da produção de cordeiros, alta produtividade de carne de cordeiro, além de produzir palhada de forma satisfatória para continuidade do sistema plantio direto.

A utilização de cordeiros no cerrado piauiense é uma alternativa para a viabilização dos sistemas de ILP nesta nova região agrícola.

Os sistemas integrados de produção agropecuária com ovinos, tanto em ILP quanto em silvipastoril, são alternativas lucrativas e mostram que a ovinocultura é uma atividade pecuária de alta rentabilidade, sendo uma alternativa de renda para ovinocultores que objetivam intensificar a produção, bem como produtores que desejam maximizar retornos financeiros nas propriedades rurais.

Referências

BATISTA, N.J.M.; PIMENTEL, P.G., COSTA, J.A.A.; REIS, F.A., MOREIRA, G.R.; BONIN, M.N., FEIJÓ, G.L.D.; ARAÚJO, M.S. Características da carcaça de cordeiros pantaneiros terminados sob diferentes sistemas. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 25, 2015. Fortaleza, CE. **Anais**...

BARROS, N. N.; **Mistura Múltipla para Caprinos e Ovinos**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 2005, (Folder).

BRITO, J.J.; BARBOSA, C.M.; NOGUEIRA, P.S.S.; OLIVEIRA, C.A.P.; FILHO, O.C.S.; GONZÁLEZ, L.R. Comportamento ingestivo de ovinos em sistema silvipastoril. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (CIIC), 6, 2012, Jaguariúna. **Anais**... Jaguariúna: Embrapa, 2012. (CD-ROM).

CATTO, J. B.; REIS, F. A.; FERNANDES, L. H.; COSTA, J. A. A. da; FEIJO, G. L. D. Ganho de peso e parasitismo por nematódeos gastrintestinais em cordeiros terminados em confinamento ou em pastagem diferida: estudo piloto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. 5.; FEIRA NACIONAL DO AGRONEGÓCIO DA CAPRINO-OVINOCULTURA DE CORTE, 3., 2011. JOÃO PESSOA, PB. **Anais**... João Pessoa, PB, Brasil: EMEPA-PB, 2011. 1 CD-ROM. SINCORTE.

CATTO et al. Worm resistance and protein supplementation in the peripartum: effect on parasitism and reproductive performance insheep of the pantaneiro racial group. Submetido à **Revista Ciência Animal Brasileira**. 2017b.

CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Arborização de pastagens: um caminho para a sustentabilidade de sistemas de produção animal a pasto. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 3., 2002, Lavras. **Anais**... Lavras: Editora UFLA, 2002, p. 31-76.

COMBELLAS, J. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. Tropical Animal Production, v.5, n.3, 1980.

COSTA, J.A.A., EGITO, A.A.B., FERREIRA, M., REIS, F.A., VARGAS JUNIOR, F.M., SANTOS, S.A., CATTO, J.B., JULIANO, R.S., FEIJÓ, G.L.D., ITAVO, C.C.B.F., OLIVEIRA, A.R., SENO, L.O. Ovelha Pantaneira, um Grupamento Genético Naturalizado do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. In: Congresso Latino Americano de Especialistas em Pequenos ruminantes y camelidos sudamericanos, 8. **Palestras**... Campo Grande, MS: UCDB, 2013.

EMBRAPA GADO DE CORTE. BRS Paigiás- Uma nova força para pecuária (folder). Campo Grande, MS. 2013. Disponível em: http://cnpgc.embrapa.br/mkt/Folder-Paiaguas-Final-EmbrapaeUnipasto.pdf. Acesso em: 21/04/2015.

FERNANDES, L. H.; CATTO, J. B.; BARBOSA-FERREIRA, M.; BORGES, I.; FEIJO, G. L. D.; REIS, F. A. Desempenho produtivo e reprodutivo de ovelhas do grupo "Nativo Pantaneiro" selecionadas como resistentes e susceptíveis a verminose no Mato Grosso do Sul. Resultados parciais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. 5.; FEIRA NACIONAL DO AGRONEGÓCIO DA CAPRINO-OVINOCULTURA DE CORTE, 3., 2011. JOÃO PESSOA, PB. **Anais**... João Pessoa, PB, Brasil: EMEPA-PB, 2011. 4 p. 1 CD-ROM. SINCORTE.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. 2014. FAOSTAT Production sheep by country. Disponível em: ww.fao.org/faostat/en/#data/QA/visualize. Acesso em: 29/08/2017.

GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; SILVA, M.M.; ZEOULA, L.M. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Rev. Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.797-808, 2012. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/6158/10461. Acesso em: 04/04/2015.

GONZÁLEZ, L.R. **Análise econômica de sistemas agroflorestais como alternativa para ovinocultores no sudoeste paulista**. 2014. 145f. Tese (Doutorado em Ciências: Recursos Florestais – Silvicultura e Manejo Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

IBGE. Produção Pecuária municipal, 2015. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf. Acesso em: 29/08/2017.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

LONGHINI, V.Z. **Comportamento ingestivo, desempenho e características de carcaça de cordeiros semi-confinados em sistema integrado de produção**. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Animal genetic resources in Brazil: result of five centuries of natural selection. **Theriogenology**, 57: 223–235, 2002.

MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.B.C.; COSTA, S.E.V.G.A.; KUNRATH, T.R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57, p.4-9, 2014.

NEVES, A.P.; CATTO, J.B.; VILLAFUERTE, S.G.E.; COSTA, J.A.A.; FEIJÓ, G.L.D; REIS, F.A. Gastrointestinal nematodes control in lambs finished in three different systems In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROPSYSTEMS, 3rd. 2015. **Anais**... Brasília, DF: Embrapa. 2015 b. (Resumo). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131281/1/CNPC-2015-Gastrointestinal.pdf. Acesso em: 14/07/2015.

PARIZ, C.M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CASTILHOS, A.M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N.R.; MARTELLO, J.M.; SOUZA, D.M.; SARTO, J.R.W.; FRANZLUEBBERS, A.J. Production and soil responses to intercropping of forage grasses with corn and soybean silage. **Agronomy Journal**, v.108, p.2541-2553, 2016.

PARIZ, C.M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; CASTILHOS, A.M.; MEIRELLES, P.R.L.; ROÇA, R.O.; PINHEIRO, R.S.B.; KUWAHARA, F.A.; MARTELLO, J.M.; CAVASANO, F.A.; YASUOKA, J.I.; SARTO, J.R.W.; MELO, V.F.P.; FRANZLUEBBERS, A.J. Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. **Agricultural Systems**, v.151, p.1-11, 2017a.

PARIZ, C.M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CASTILHOS, A.M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N.R.; MARTELLO, J.M.; SOUZA, D.M.; PROTES, V.M.; LONGHINI, V.Z.; FRANZLUEBBERS, A.J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecossystems**, v.108, n.1, p.35-54, 2017b.

QUINTINO, A. C.; ZIMMER, A. H.; COSTA, J.A.A.; ALMEIDA, R.G.; BUNGENSTAB, D.J. Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. Simpósio de Producao Animal a Pasto, II. Londrina: UEL. 2013.

REIS, F. A. Ambiente institucional e organizacional; PDOA - Propriedade de descanso de ovinos para abate. In: SORIO, A.; MAGALHÃES, L. A.; MARQUES, W. A. Carne ovina: o ontem, o hoje e o amanhã. Brasília, DF: Escola Superior do Agronegócio Internacional, 2016. p. 186-191.

REIS, F. A.; GOMES, R.C.; COSTA, J. A. A.; ÍTAVO, C. C. B. F.; ÍTAVO, L. C. V. Sistemas integrados e a produção de ovinos de corte. In: Ribeiro et al. (eds). Simpósio de Ovinocultura (1, 2 e 3: 2015). **Anais**... Londrina: Paraná, UEL. 2015. Livro digital. : Il.

SANTOS, R. **A cabra & a ovelha no Brasil**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2003. 479 p.

SILVA, L.T. Viabilidade econômico-financeira de sistemas de terminação de cordeiros experimentais no Cerrado. Dissertação (Mestrado) – Universidade Anhanguera-Uniderp. Campo Grande-MS. 2015. 80 p.

SOUZA, J.D.F.; GUIMARÃES, V.P.; KLINGER, K.A. et al. Ativos Ovinos e Capinos, ano 3, ed. 2, julho de 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355090/0/Ativo_Ovinos_Caprinos/2cba6db9-b704-4183-ba43-a8214b28eaa4?version=1.0. Acesso em: 29/08/2017.

SOUZA, T. C. de; MISTURA, C.; TURCO, S. H. N.; NOGUEIRA, D. M.; ARAUJO, G. G. L. de; LOPES, R. S. ; oLIVEIRA, P. T. L. de . Terminação de ovinos em pastagem irrigadas e adubada com nitrogênio. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO, 5, 2008, Aracaju-SE. **Anais**… Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2008. CD-ROM (Forragicultura).

VARGAS JUNIOR, F.M. de, MARTINS, C.F, SOUZA, C.C, PINTO, G.S., PEREIRA, H.F, CAMILO, F.R., AZEVEDO JUNIOR, N.P. Avaliação Biométrica de Cordeiros Pantaneiros. Rev. Agrar., 4: 60-65, 2011.

VIANA, J.G.A.; MORAES, M.R.E.; DORNELES, J.P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2223-2234, 2015. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/16694/16484. Acesso em: 29/08/2017.

VIANA, J. G. A.; REVILLION, J. P. P.; SILVEIRA, V.C. P. Alternativa de estruturação da cadeia de valor da ovinocultura no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 187-210, 2013.

VILLAFUERTE, S.G.E. Sistemas de terminação de cordeiros do grupo genético pantaneiro. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UFG: Goiania. 2016.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 18

Geotecnologias aplicadas em sistemas de produção integrada e apoio a políticas públicas

Ricardo Guimarães Andrade
Édson Luis Bolfe
Luiz Eduardo Vicente
Mateus Batistella
Célia Regina Grego
Daniel de Castro Victoria
Sandra Furlan Nogueira

Sistema de produção em integração

Atualmente existem incentivos para a aplicação de técnicas que favoreçam a produção agropecuária com sustentabilidade, a exemplo do Programa Agricultura de Baixo Carbono – ABC, que prevê, entre suas ações, a implantação de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) como sistema promotor da recuperação de áreas de pastagens degradadas. Por exemplo, Bolfe e Batistella (2011), ao analisarem sistemas de integração lavoura-floresta na região Norte do Brasil, destacam que essa integração é constituída de sistemas de produção diferenciados no contexto da produção agropecuária, considerando-se a estrutura e as potencialidades de produção diversificada da região.

Os sistemas ILPF, em suas diferentes modalidades, já são uma realidade em 11,5 milhões de hectares no Brasil . Destaque para Mato Grosso do Sul (2 milhões), Mato Grosso (1,5 milhão) e Rio Grande do Sul (1,4 milhão). Esses sistemas de uso da terra auxiliam a recuperação de áreas degradadas, geram serviços ecossistêmicos e garantem maior renda ao produtor.

Assim, para que a implantação de sistemas produtivos sustentáveis seja efetivamente conduzida, é necessário desenvolver metodologias para monitorar e avaliar, com baixos custos, as áreas desses sistemas depois de implantados. Nesse sentido, as geotecnologias, que envolvem imagens de satélite, fotografias aéreas, sistemas de informações geográficas e sistemas de posicionamento global por satélite (GPS), ocupam papel relevante na identificação, no monitoramento, na consolidação e na expansão de áreas que adotam sistemas de integração, seja em escala local, regional ou nacional.

Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto é definido como a ciência de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno por meio da análise de dados obtidos por um aparelho que não esteja em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação (Lillesand et al., 2004). Os objetos de interesse na superfície são: vegetação natural, culturas agrícolas, pastagens, florestas plantadas, solos, formações rochosas, corpos d'água, entre outros, tecnicamente denominados de alvos (Figura 1). Portanto, a utilização de sensores remotos com diversas resoluções espectrais, temporais e espaciais, permite caracterizar diferentes alvos em sistemas de ILPF.

O conhecimento da variabilidade espectral, temporal e espacial do uso e da cobertura da terra pode contribuir significativamente para o entendimento das mudanças nos sistemas produtivos e ambientais, como produção de biomassa, níveis de degradação e vulnerabilidade do solo, retenção de carbono, sanidade vegetal, entre outros. Essa é uma demanda importante, dadas as características altamente diversificadas do uso da terra nos sistemas de ILPF, que envolve alvos com biofísica e fenologia espacialmente diferentes.

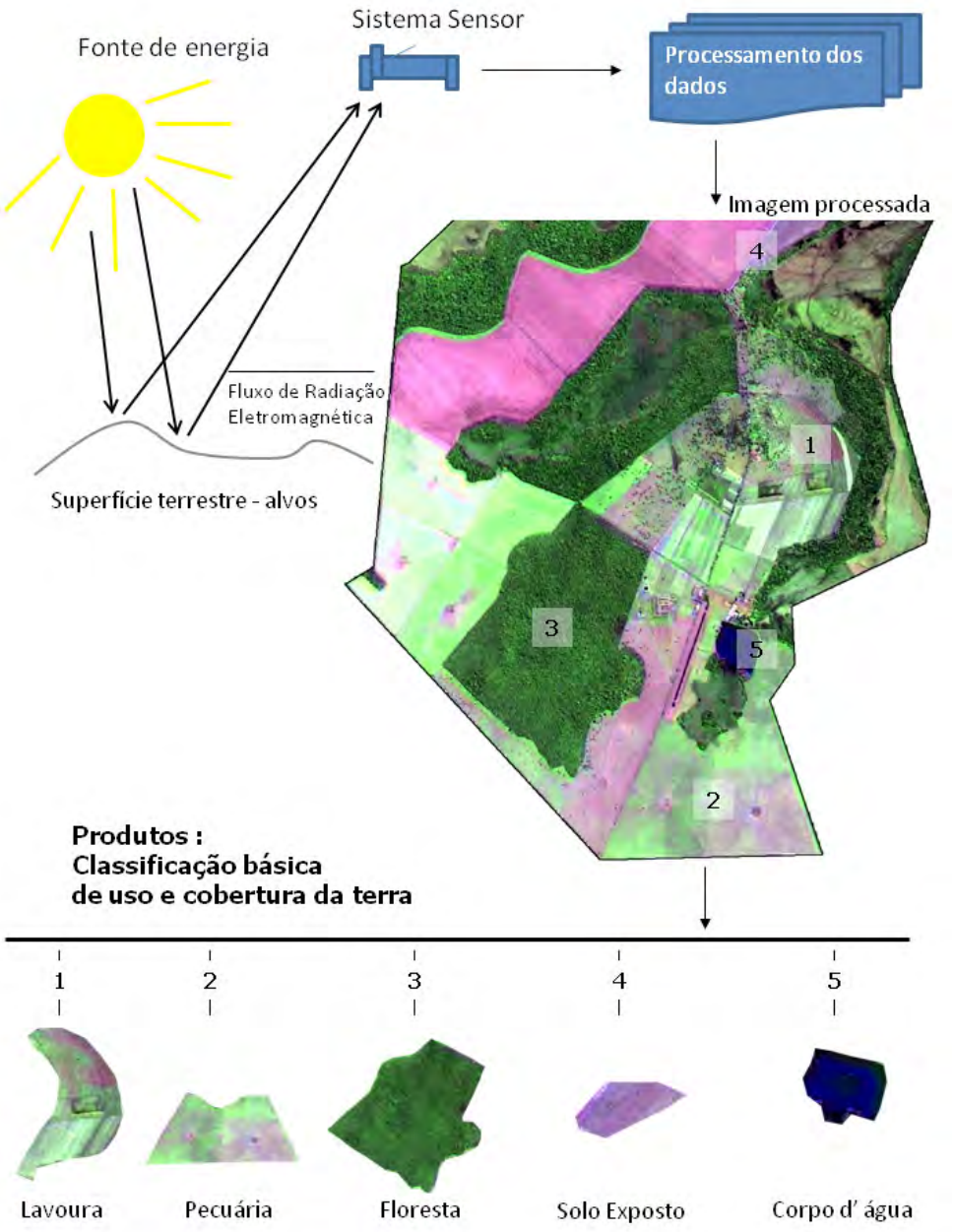


Figura 1. Esquema ilustrativo de registro, processamento e classificação básica de uso e cobertura da terra a partir de imagens ópticas (imagens fusionadas para alta resolução espacial CBERS 2B/Landsat 5 TM na composição colorida 543). No destaque, são apresentados os alvos: 1 - lavoura, 2 - pecuária, 3 - floresta, 4 - solo exposto e 5 - corpo d'água.

Perspectivas futuras

A detecção qualitativa (identificação do alvo) é estudada desde a década de 1960 pelo sensoriamento remoto. Entretanto, apenas recentemente a estimativa quantitativa (determinação da abundância e presença relativa) de alvos da superfície terrestre tem sido uma das principais aplicações na tomada de decisões econômicas e de gerenciamento ambiental. Para isso, são desenvolvidas relações funcionais entre as características biofísicas dos alvos e os dados coletados remotamente.

Exemplos desses avanços encontram-se atualmente na utilização de sensores experimentais como o ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) e o EO1-Hyperion, por meio dos quais é possível a identificação em semidetalhe, por exemplo, de componentes minerais de solo (Vicente; Souza Filho, 2011) e de características vegetacionais (Ramsey III et al., 2005) até então inviáveis de serem mapeados por sensores/métodos tradicionais. Ou seja, quanto maior for o número de bandas espectrais disponíveis, bem como a sua cobertura de setores estratégicos do espectro eletromagnético (EEM), maiores serão as possibilidades de extração de informações para o sistema ambiental ou agropecuário estudado. Nesse sentido, a tendência é que haja maior disponibilidade e melhoria dos dados remotos, principalmente no que tange ao aumento de bandas espectrais de sensores orbitais, à redução de custos, bem como à obtenção de imagens por sensores aerotransportados, especialmente em veículos aéreos não tripulados (VANTs).

A aplicação de procedimentos inovadores a partir de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) ou Drones têm avançado exponencialmente e revelado novos e importantes conhecimentos para a pesquisa agropecuária. A partir das câmeras embarcadas com sensores para o imageamento da superfície nas bandas ou faixas do Vermelho (R), Verde (G), Azul (B), borda do vermelho (Red Edge) e do Infravermelho Próximo (IVP), podem ser obtidas inúmeras informações voltadas para tomadas de decisões mais precisas das atividades de monitoramento agrícola e ambiental em diferentes escalas. Os dados gerados podem ser utilizados para extração de relevantes e estratégicas informações, tais como, para análises dos estádios de crescimento e desenvolvimento das lavouras e das pastagens. Tal aplicação geotecnológica possibilita avaliar, por exemplo, fatores inerentes a produção de biomassa, falhas de plantio, pragas e doenças, condições de estresse hídrico, fertilidade do solo, nutrientes nas plantas, compactação do solo, dentre outras (Figura 2). Além disso, por meio das imagens obtidas por VANTs, também é possível gerar ortomosaico de imagens, modelo digital de superfície, modelo digital de terreno, modelo 3D e índices de vegetação com altíssima resolução espacial (2 cm de pixel) e temporal (diárias). Esses índices podem se correlacionar com parâmetros ou variáveis da vegetação e do solo e gerar indicadores das condições estabelecidas nas áreas de agricultura e pecuária, com vistas a produtividade sustentável. Neste contexto, os avanços tecnológicos em termos das inúmeras possibilidades de extração de informações a partir de ferramentais geotecnológicos de ponta, tais como por meio de plataformas VANTs, poderão impactar significativamente tanto na aplicação de técnicas de imageamento e na geração e disponibilidade de dados com alta resolução temporal e espacial quanto na fronteira do avanço do conhecimento por meio do desenvolvimento de pesquisas

inovadoras com resultados de alta qualidade e precisão, contribuindo com informações em tomadas de decisão voltadas principalmente para o crescimento sustentável da produção agropecuária.



Figura 2. Visualização da variabilidade de desenvolvimento da soja cultivada em parcelas experimentais. Mosaico de Imagens R-G-B (câmera comercial - GoPro Hero 2) obtidas a partir de plataforma VANT.

Em outro vértice das geotecnologias, o de imagens de alta resolução temporal, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto apresenta como vantagem a obtenção de informações que possibilitam a geração de séries temporais da região em estudo, facilitando o entendimento de processos relacionados à dinâmica de uso e cobertura das terras (Figuras 3). Nesse campo, o uso do sensoriamento remoto permite, por exemplo, o monitoramento de áreas agrícolas por meio de estimativa de área cultivada e de produtividade, o que é muito útil para o planejamento agropecuário e industrial, assim como pode influenciar a formação de preços dos produtos e a criação de políticas e implantação de programas de desenvolvimento regional (Conab, 2011).

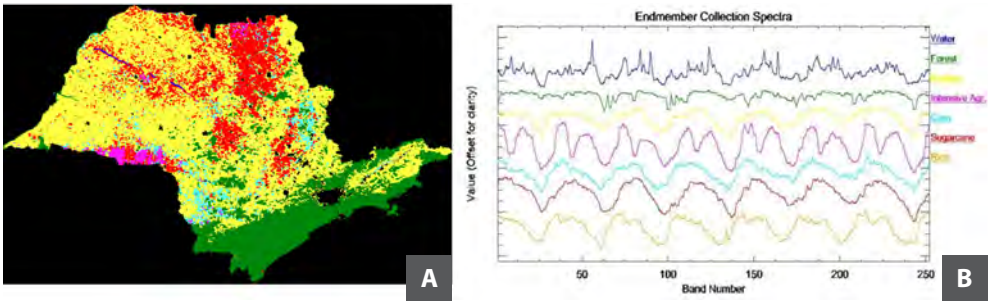


Figura 3. Uso de series temporais de imagens Spot-Vegetation na identificação e classificação de uso e cobertura das terras no Estado de São Paulo. (A) Visualização da classificação efetuada; (B) Comportamento espectro-temporal observado para cada "Endmember".

Fonte: Adaptado de Vicente et al. (2012).

No que tange às imagens de alta resolução espacial, estas têm se mostrado de grande aplicação quando há interesse na obtenção de informações que são imperceptíveis ou não identificadas por meio das imagens de média resolução espacial. Assim, imagens de alta resolução espacial possibilitam identificar e monitorar pequenos objetos ou alvos de superfície, por exemplo, monitorar o desenvolvimento das árvores em sistemas de integração Pecuária-Floresta (Figura 4).



Figura 4. Imagens GeoEye-1 de 9 de outubro de 2010 de áreas de implantação de sistemas integrados da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

No caso do setor pecuário, atualmente, a identificação, a quantificação e o monitoramento da produtividade das pastagens são assuntos de grande interesse. Com base nessas prioridades, é possível avaliar e mapear problemas de degradação de pastagens por meio da análise do comportamento espectral dos alvos de interesse. Esse é um aspecto muito importante da problemática que envolve a sustentabilidade, especialmente dos sistemas pecuários no Brasil Central, pois a recuperação de pastagens degradadas tem sido de difícil implementação devido à falta de informações atualizadas e detalhadas a respeito da distribuição espacial dessas pastagens (Sano et al., 2000; Andrade et al., 2017).

Por ter custo mais baixo que o monitoramento local, o sensoriamento remoto é uma excelente ferramenta para auxiliar na tomada de decisão visando a melhoria dos sistemas produtivos locais. A Embrapa vem desempenhando importante papel na pesquisa e no desenvolvimento de projetos relacionados à aplicação de geotecnologias visando a sustentabilidade da pecuária brasileira.

Sistemas de informação geográfica (SIG)

Segundo Câmara et al. (2004), o termo sistemas de informação geográfica (SIGs) é aplicável a sistemas que realizam tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Segundo os autores, em uma visão abrangente, um SIG tem os componentes para interface com o usuário, entrada e integração de dados, funções de processamento gráfico e de imagens, visualização e plotagem, armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Diversas aplicações de SIGs na agricultura são encontradas, seja em escala global, nacional, regional ou local, principalmente quando aliadas ao uso de dados de sensoriamento remoto. Os SIGs são imprescindíveis para a realização de avaliações de cobertura vegetal e de uso das terras, bem como sobre a alteração dessa cobertura ao longo do tempo, que resulta em estudos de monitoramento da cobertura vegetal.

Os SIGs também são utilizados para a realização de zoneamentos agrícolas e agroclimáticos, para identificar as épocas e culturas mais apropriadas para as diferentes regiões. Tais aplicações já são correntes para os atuais sistemas de produção e vêm aumentando também para o monitoramento de sistemas de ILPF. Outros estudos avaliam a aptidão e capacidade de uso dos solos com abrangência nacional ou regional. Para sistemas integrados de produção, zoneamentos e mapeamentos de aptidão poderiam ser realizados a fim de identificar as práticas e os sistemas de produção mais recomendados para as diferentes áreas. Outro grande potencial dos SIGs é na espacialização e análise de dados, como apresentadas por Batistella et al. (2011), que abordam aspectos da gestão territorial da produção sustentável da bovinocultura no Brasil com a utilização de bases de dados censitários e de dados advindos do sensoriamento remoto.

Ferramentas de análise geoestatística

As principais vantagens da utilização da geoestatística em sistemas de ILPF são as possibilidades de identificação de variabilidade espacial, interpretação das correlações e dependência espacial dos parâmetros biofísicos envolvidos nesses sistemas mistos (Bernardi et al., 2004). A implementação da geoestatística é bem conhecida, principalmente em ciência do solo, pelo fato de assumir que a distribuição espacial de pontos de observação tenha correlação, ou seja, que exista dependência espacial (Grego et al., 2011).

A geoestatística parte da hipótese de que amostras mais próximas, dentro de uma mesma mancha, são mais parecidas que as mais distantes. Essa pressuposição não é assumida pela estatística clássica, que pressupõe independência, o que, na maioria dos casos, não ocorre nos estudos envolvendo as ciências da natureza. A geoestatística é, portanto, uma ferramenta de grande contribuição para a geotecnologia e, em sistemas de ILPF, permite a interpretação da distribuição espacial dos dados com forte impacto sobre os resultados e a tomada de decisão.

As técnicas de geoestatística podem ser utilizadas em análises de variáveis dos sistemas de ILPF com diferentes graus de complexidade de obtenção e de densidade amostral que apresentem dependência espacial e que sejam fortemente correlacionadas. No sistema de ILPF, diversos fatores envolvidos propiciam a ocorrência de variabilidade espacial e o objetivo final da identificação dessa variabilidade é o estabelecimento das zonas homogêneas que propiciam o manejo diferenciado.

Gestão em propriedade rural

Visando ilustrar algumas possíveis aplicações de geotecnologias na análise de sistemas integrados, apresenta-se resumidamente um estudo de caso realizado em sistema de integração Lavoura-Pecuária (ILP) em Campo Grande (MS). Nesse estudo, os parâmetros biofísicos foram estimados com a utilização de imagem Landsat 5 – TM do dia 5/3/2008, juntamente com o algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), conforme metodologia detalhada em Waters et al. (2002). O objetivo foi efetuar uma análise da variabilidade de alguns parâmetros biofísicos em sistemas de ILP de forma a auxiliar com informações aplicáveis ao levantamento e monitoramento das condições existentes nesse sistema. A Figura 5 apresenta uma imagem Landsat 5 – TM na composição de bandas 5, 4, 3 com a sobreposição do tema (arquivo *shape*) de delimitação das áreas de uso e cobertura da terra da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte. A ampliação mostra a área de implantação do sistema de ILP. Nas Figuras 6 A e B, tem-se o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o índice de área foliar (IAF, em $m^2\ m^{-2}$); já nas Figuras 7 A e B, são apresentadas as estimativas de temperatura da superfície (Ts, em Kelvin) e a evapotranspiração real diária (ET, em mm dia^{-1}). Para a área de implantação do sistema de ILP, o NDVI e o IAF variaram de 0,41 a 0,80 e de 1,01 a 5,00 $m^2\ m^{-2}$, respectivamente. No caso da Ts e da ET, os valores estimados oscilaram entre 293 e 298 K e de 0 a 3,0 mm dia^{-1}, respectivamente. Em termos práticos, a partir desses resultados pode-se, por exemplo, avaliar a variabilidade espacial e temporal

da demanda de água, energia e biomassa, bem como associar essas informações com análises de fertilidade do solo, compactação, clima, relevo, entre outros, visando melhor compreensão dos processos biofísicos envolvidos no sistema de ILP.

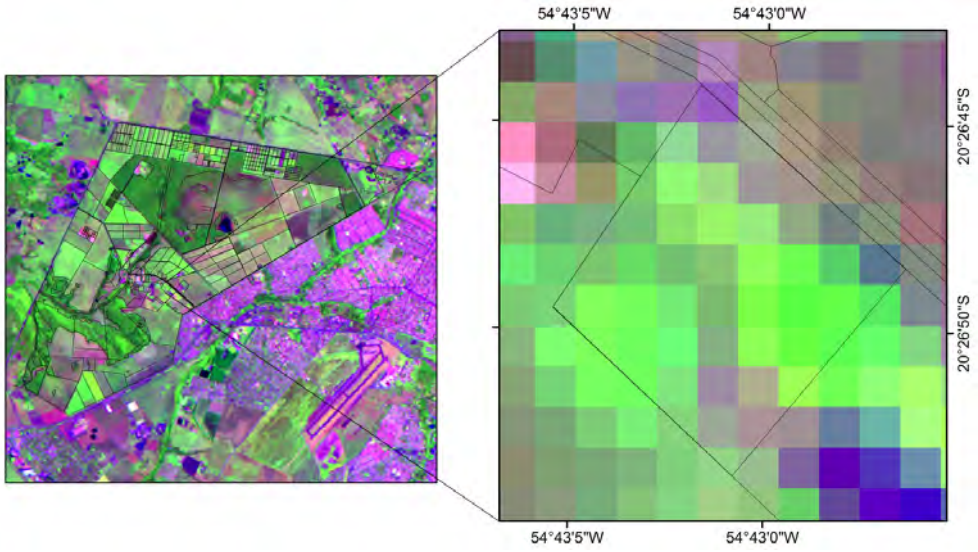


Figura 5. Imagem Landsat 5 - TM de 5 de março de 2008, apresentada na composição de bandas 5, 4, 3 com a sobreposição do shape que apresenta a delimitação das áreas de uso e cobertura da terra da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. A ampliação mostra a área de implantação de um sistema de integração lavoura-pecuária.

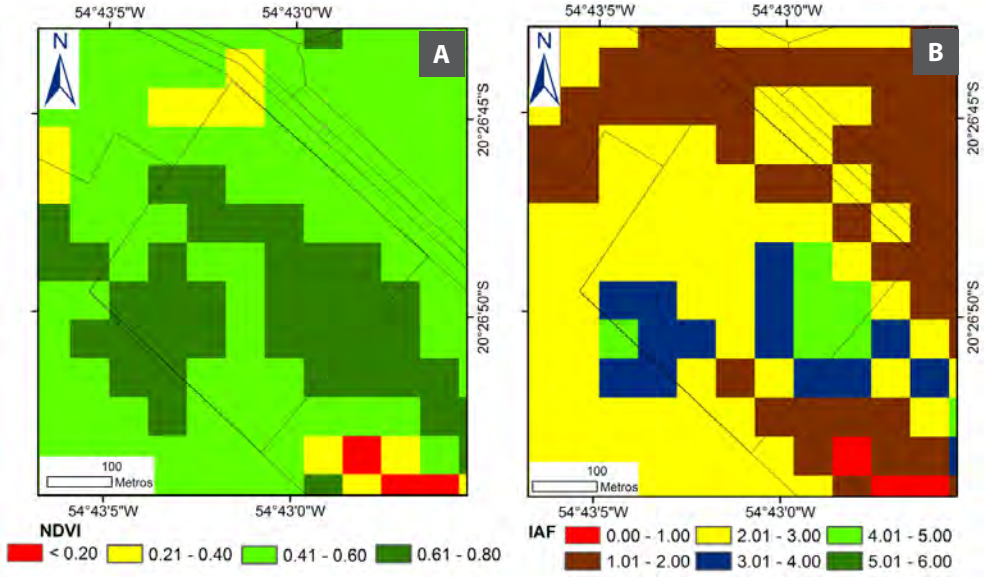


Figura 6. (A) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada); (B) índice de área foliar (IAF, em m^2 m^{-2}) para área de implantação de um sistema de integração lavoura-pecuária localizado na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

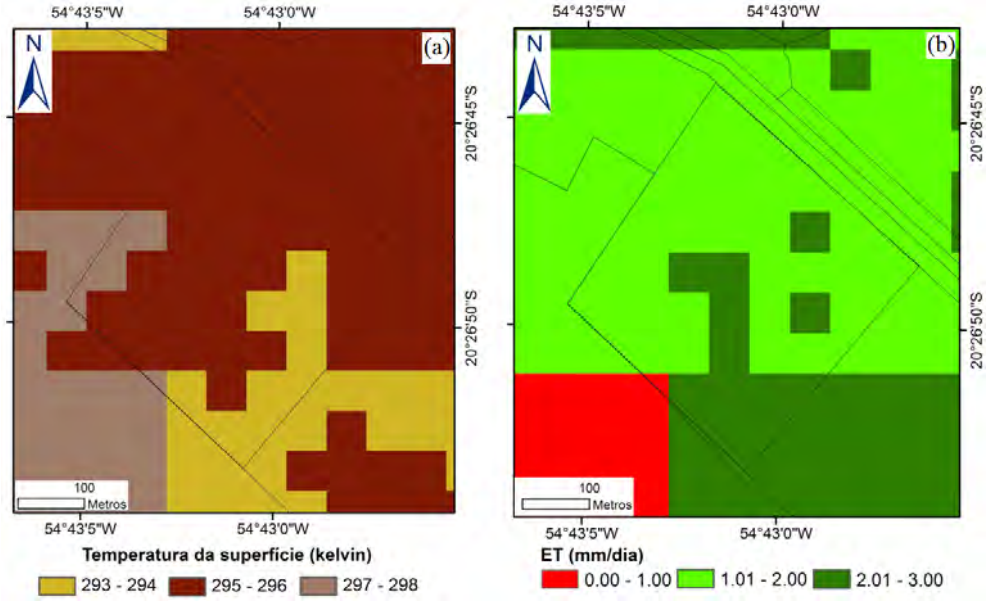


Figura 7. (A) Temperatura da superfície (K); (B) evapotranspiração real diária (ET, em mm dia^{-1}) para área de implantação de um sistema de integração lavoura-pecuária localizado na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Gestão em Políticas Públicas

A aplicação das geotecnologias no apoio a políticas públicas, como as que envolvem os sistemas de ILPF, é crescente nos últimos anos. Ferramentais geotecnológicos podem auxiliar na implementação de sistemas integrados, por exemplo, a partir da identificação e mapeamento avaliativo das condições das pastagens em diferentes escalas (municipais, regionais e nacionais). Nesse caso, as análises multiescalares do espaço rural possibilita dimensionar de forma ampla e eficiente a magnitude do problema e apoiar no planejamento de ações corretivas e tomadas de decisões do pecuarista sobre a recuperação, o manejo e uso dessas terras (Milne et al., 2007).

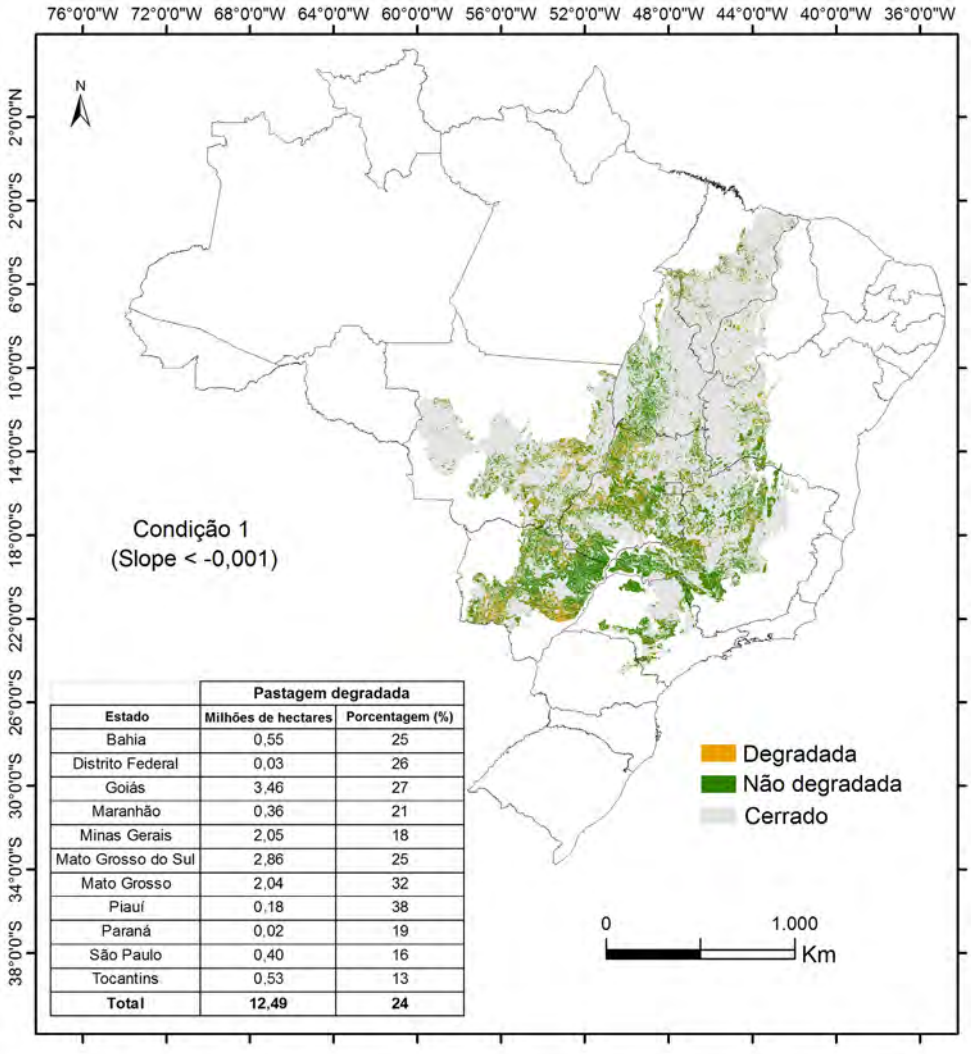
A degradação tem sido um entrave para o setor pecuário e as iniciativas de recuperação encontram dificuldades de implantação, entre outros motivos, devido à falta de informações atualizadas e detalhadas sobre a localização dessas áreas. Esses são dados fundamentais para políticas de recuperação e manejo racional das pastagens. De forma geral, a recuperação de pastagens contribui para reduzir a pressão pela abertura de novas fronteiras para a expansão da agricultura e pecuária, por exemplo, em áreas de floresta nativa (Andrade et al. 2017). O combate à degradação também ajuda a reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Em pastos recuperados é possível alcançar maior produtividade e menor emissão por animal, tornando a pecuária uma atividade economicamente mais rentável e ambientalmente mais eficiente (Dias-Filho, 2014).

O Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) tem por meta induzir a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas em todo o País. Para tanto, a adoção de sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são alternativas promissoras que visam a fixação de carbono no solo pelo grande aporte de resíduos vegetais que produz. A implementação, por exemplo, de sistema ILP em pelo menos 4 milhões de hectares, possibilitará reduzir as emissões de 18 a 28 milhões de t CO^2 eq. ou mais apenas nesse caso específico.

Destaca-se aqui um estudo que utilizou imagens do satélite Spot Vegetation referente ao período entre 2006 e 2011 com intuito de mapear processos indicativos de degradação das pastagens cultivadas no bioma Cerrado. Para tanto, aplicou um coeficiente denominado "Slope" para identificar a ocorrência de pastagens com algum processo de degradação (Andrade et al., 2015). A partir da série temporal de dados NDVI – Spot Vegetation a análise de regressão linear foi aplicada para simular a tendência de alterações positivas ou negativas em áreas de pastagens. A metodologia se fundamenta no coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (Slope). Se Slope for positivo, indica que a vegetação pode estar em processo de recuperação, enquanto que valores negativos de Slope pode indicar a ocorrência de algum processo de degradação (Liu et al., 2010).

Andrade et al. (2016) analisou três cenários condicionais para estipular o valor de Slope que determina a existência de indicativos de degradação das pastagens: (i) na primeira condição foi considerado que quando Slope era menor que -0,001 havia algum indicativo de degradação (A: Cenário muito otimista). Já na segunda condição (B: Cenário otimista) considerou-se que as pastagens apresentavam algum indicativo de degradação quando o coeficiente de inclinação (Slope) era menor que 0,001, ou seja, nesse valor está incluído o intervalo de Slope que corresponde a condição de estabilidade da vegetação que varia no intervalo de -0,001 a 0,001 (Liu et al., 2010). Pois, supõe-se que parte das pastagens no bioma Cerrado pode estar em condições estabilizadas dentro de alguma condição de degradação. E, para a terceira condição (C: Cenário realista) considerou-se como degradado quando Slope era menor que +0,005. Nesse cenário, adicionou-se o intervalo de estabilidade da vegetação por supor que a maior parte das pastagens pode estar em condições estabilizadas dentro de alguma condição de degradação.

No cenário mais otimista (Figura 8), as pastagens consideradas com algum grau de degradação correspondem a cerca de 12,5 milhões de hectares, ou 24% do total das pastagens cultivadas no Cerrado.

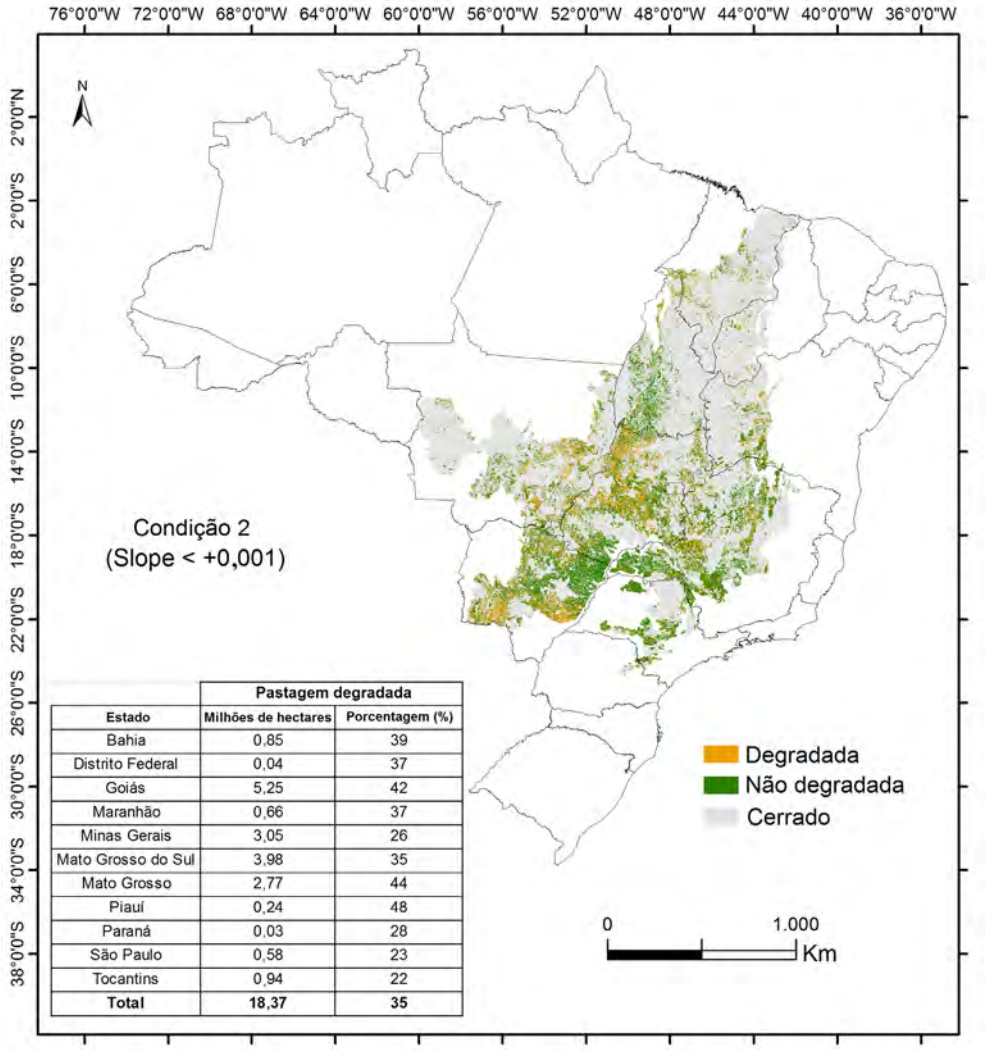


	Pastagem degradada	
Estado	Milhões de hectares	Porcentagem (%)
Bahia	0,55	25
Distrito Federal	0,03	26
Goiás	3,46	27
Maranhão	0,36	21
Minas Gerais	2,05	18
Mato Grosso do Sul	2,86	25
Mato Grosso	2,04	32
Piauí	0,18	38
Paraná	0,02	19
São Paulo	0,40	16
Tocantins	0,53	13
Total	**12,49**	**24**

Figura 8. Pastagens plantadas com e sem indicativos de processos degradação no bioma Cerrado. (A) Condição 1: Slope < -0,001. Dados disponibilizados no Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (SOMABRASIL): http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html

Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2016).

No segundo cenário condicional (Figura 9), classificado de otimista, essa área sobe para cerca de 18,4 milhões de hectares – 35%, um valor ainda menor do que aqueles estimados até então por estudos sobre o tema. Estima-se que se forem recuperadas de 12,5 a 18,4 milhões de hectares de pastagens é possível um acréscimo potencial na produção de carne bovina de 2,4 a 3,6 milhões de toneladas por ano.



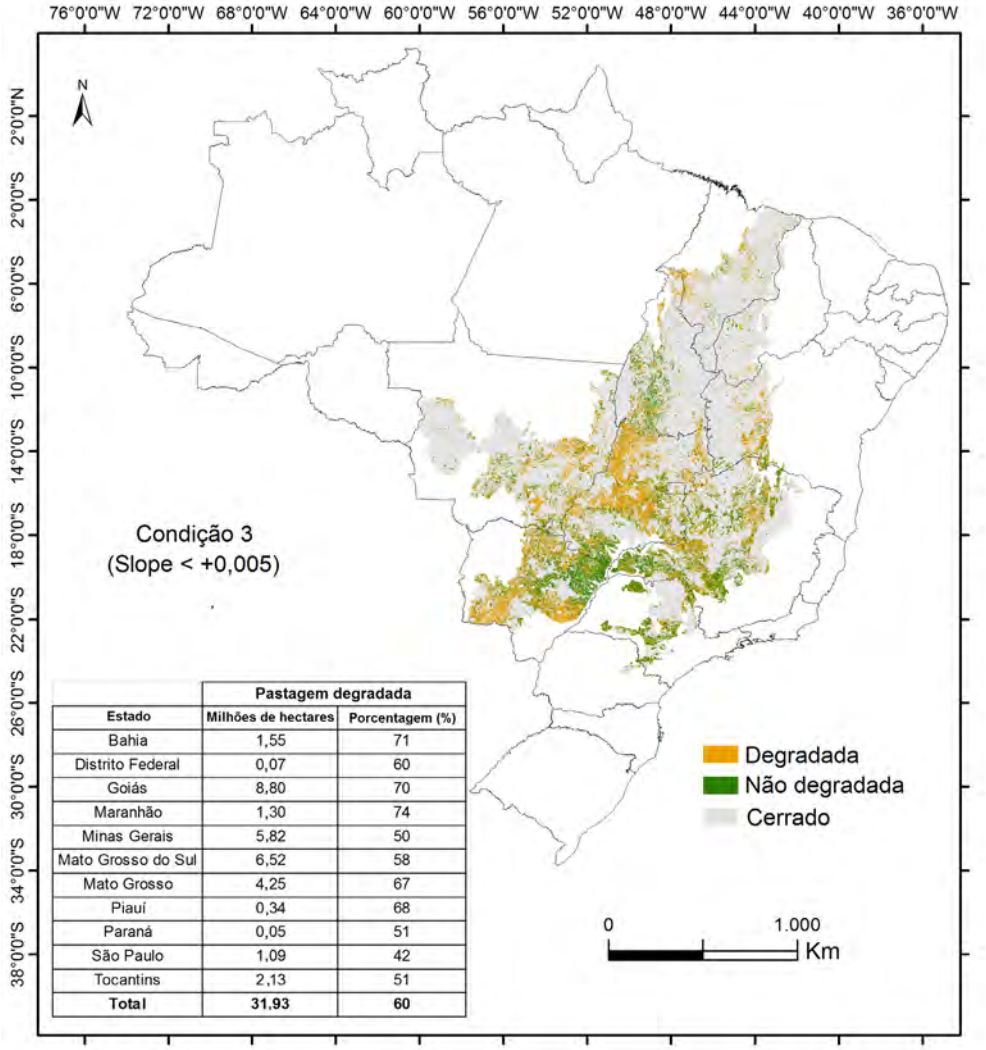
	Pastagem degradada	
Estado	Milhões de hectares	Porcentagem (%)
Bahia	0,85	39
Distrito Federal	0,04	37
Goiás	5,25	42
Maranhão	0,66	37
Minas Gerais	3,05	26
Mato Grosso do Sul	3,98	35
Mato Grosso	2,77	44
Piauí	0,24	48
Paraná	0,03	28
São Paulo	0,58	23
Tocantins	0,94	22
Total	**18,37**	**35**

Figura 9. Pastagens plantadas com e sem indicativos de processos degradação no bioma Cerrado. (B) Condição 2: Slope < +0,001. Nesse cenário, adicionou-se o intervalo de estabilidade da vegetação por supor que a maior parte das pastagens pode estar estável dentro de alguma condição de degradação. Dados disponibilizados no Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (SOMABRASIL): http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html.

Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2016).

No que diz respeito ao cenário condicional considerado mais realista (Figura 10), foram identificados em torno de 32 milhões de hectares de pastagens degradadas, ou 60% das pastagens plantadas no Cerrado. Vale ressaltar que o bioma Cerrado abrange praticamente todo o Estado de Goiás e que há presença significativa de outros biomas nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais e a área de pastagem plantada degradada pode ser ainda bem maior. Porém, cerca de 80% da área de pastagens degradadas no bioma Cerrado estão concentradas no território desses quatro Estados. Tal mapeamento pode auxiliar, por exemplo, no direcionamento de recursos e na orientação de iniciativas de recuperação em regiões prioritárias envolvendo, por exemplo os sistemas ILPF dentro do Programa ABC.

No entanto, vale destacar que o processo de degradação das pastagens pode apresentar características diferentes em cada bioma. No Cerrado é caracterizada, por exemplo, pela perda de produtividade em função da pouca oferta de água e de nutrientes. No bioma Amazônia, as razões têm maior relação com outros fatores, como a competição da forrageira com as plantas invasoras. Neste caso, é necessário desenvolver e aplicar técnicas diferenciadas de mapeamento. Assim, conclui-se que, diante das dimensões do território brasileiro e das diferenças regionais, o desafio é chegar a números mais precisos e dizer onde estão essas pastagens que se encontram comprometidas e subutilizadas. O uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto aplicado em diferentes escalas, é a estratégia adequada para traçar um mapa das condições das pastagens para um país do tamanho do Brasil.



	Pastagem degradada	
Estado	Milhões de hectares	Porcentagem (%)
Bahia	1,55	71
Distrito Federal	0,07	60
Goiás	8,80	70
Maranhão	1,30	74
Minas Gerais	5,82	50
Mato Grosso do Sul	6,52	58
Mato Grosso	4,25	67
Piauí	0,34	68
Paraná	0,05	51
São Paulo	1,09	42
Tocantins	2,13	51
Total	**31,93**	**60**

Figura 10. Pastagens plantadas com e sem indicativos de processos degradação no bioma Cerrado. (C) Condição 3: Slope < +0,005. Nesse cenário, supõe-se que uma ligeira melhora no vigor não seria o suficiente para sustentar a tendência de melhoria da cobertura vegetal. Dados disponibilizados no Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (SOMABRASIL): http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html.

Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2016).

Considerações finais

As geotecnologias são, basicamente, um produto da união entre sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, sistemas de posicionamento global por satélites, programação computacional e geoestatística. As imagens orbitais provenientes dos mais diversos sensores remotos, por meio das diversas resoluções espectrais, temporais e espaciais, têm-se apresentado como relevantes fontes de informações. Essas imagens garantem possibilidades de aplicação na caracterização das áreas de sistemas integrados, no monitoramento, no espaço e no tempo, das alterações no uso e na cobertura das terras e, especialmente, na correlação de parâmetros biofísicos, como índices de área foliar, biomassa e carbono.

Entre as aplicações dos sistemas de informações geográficas destacam-se a capacidade operacional e o baixo custo de coleta, processamento, integração e análise de dados espaciais, que possibilitam a geração de inúmeras informações, em meio às quais pode-se destacar:

- Obtenção de dados e conhecimento acerca dos recursos naturais existentes em uma área geográfica;
- Geração de zoneamentos específicos baseados na capacidade de análise integrada de dados anteriormente disponíveis via banco de dados;
- Desenvolvimento de modelos dinâmicos de cenários futuros para apoio ao planejamento de implantação de sistemas integrados de produção e políticas públicas.

Outro grande potencial das geotecnologias, é o apoio ao monitoramento de indicadores associados a novas marcas-conceito que começam a ser desenvolvidas, a exemplo da "Carne Carbono Neutro" ou "Leite Carbono Neutro". Por meio dela é possível atestar a produção de bovinos, corte ou de leite, em sistemas com a introdução obrigatória do componente florestal.

A aplicabilidade das geotecnologias é promissora no âmbito das ações de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia para o monitoramento do uso e da cobertura das terras. Com a superação, por meio de pesquisa, dos entraves tecnológicos ainda existentes, espera-se que a utilização das geotecnologias e a inserção de componentes de análises espaciais possibilitem estabelecer procedimentos técnicos de baixo custo, que representem uma otimização produtiva e um aprimoramento da qualidade ambiental que envolve os sistemas de ILPF.

Por outro lado, apesar das inúmeras iniciativas no Brasil e da vasta aplicabilidade das geotecnologias, a informação geoespacial ainda é subutilizada no setor agropecuário. Este capítulo buscou ressaltar o potencial de aplicação das geotecnologias em sistemas ILPF, assim como no apoio a políticas públicas.

Referências

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 34-41, 2017.

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Geotecnologia - Recuperação de pastagens no Cerrado. **Agroanalysis**, v. 36, n. 2, p. 30-33, fev. 2016.

ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. C.; LEIVAS, J. F.; SILVA, G. B. S.; NOGUEIRA, S. F.; VICTORIA, D. C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L. Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais**... São José dos Campos: SELPER/INPE, 2015. p. 1585-1592.

BATISTELLA, M.; ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. de C.; SILVA, G. B. S. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 251-260, 2011. Suplemento especial.

BERNARDI, A. C. C.; GIMENEZ, L. M.; MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A. Aplicação de fertilizantes a taxas variáveis. In: MACHADO, P. L. O. de A.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A. (Ed.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 153-164.

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1139-1147, out. 2011.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; DRUCK, S.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 21-52.

CONAB. **Projeto GeoSAFRAS**. 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/geotecnologia/html_geosafras/geosafras.html>. Acesso em: 10 out. 2017.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

GREGO, C. R.; COELHO, R. M.; VIEIRA, S. R. Critérios morfológicos e taxonômicos de latossolo e nitossolo validados por propriedades físicas mensuráveis analisadas em parte pela geoestatística. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 337-350, mar./abr. 2011.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: J. Wiley, 2004. 763 p.

LIU, S.; WANG, T.; GUO, J.; QU, J.; AN, P. Vegetation change based on SPOT-VGT data from 1998-2007, northern China. **Environmental Earth Sciences**, v. 60, n. 7, p. 1459-1466, June 2010.

MILNE, E.; AL ADAMAT, R.; BATJES, N. H.; BERNOUX, M.; BHATTACHARYYA, T.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; COLEMAN, K.; EASTER, M.; FALLOON, P.; FELLER, C.; GICHERU, P.; KAMONI, P.; KILLIAN, K.; PAL, D. K.; PAUSTIAN, K.; POWLSON, D. S.; RAWAJFIH, Z.; SESSAY, M.; WILLIAMS, S.; WOKABI, S. National and sub-national assessments of soil organic carbon stocks and changes: the GEFSOC modelling system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 122, n. 1, p. 3-12, Sept. 2007.

RAMSEY III, E.; RANGOONWALA, A.; NELSON, G.; EHRLICH, R. Mapping the invasive species, Chinese tallow, with EO1 satellite Hyperion hyperspectral image data and relating tallow occurrences to a classified Landsat Thematic Mapper land cover map. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 8, p. 1637-1657, 2005.

SANO, E. E.; CHAVES, J. M.; BEZERRA, H. S.; FEITOZA, L. Identificação dos principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado a partir de Sensoriamento Remoto. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília, DF. **Extended abstracts**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD, 2000. 1 CD-ROM.

VICENTE, L. E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S.; SILVA, G. B. S. Séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation e algoritmo SAM aplicados ao mapeamento de cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1337-1345, set. 2012.

VICENTE, L. E.; SOUZA FILHO, C. R. Identification of mineral components in tropical soils using reflectance spectroscopy and advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 8, p. 1824-1836, Aug. 2011.

WATERS, R.; ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; BASTIAANSSEN, W. S. **SEBAL**: Surface energy balance algorithm for land: Advanced training and users manual. Version 1.0. Idaho: Kimberly, 2002. 98 p. Disponível em: <http://www.dca.ufcg.edu.br/DCA_download/ISR/UFPE/Final%20Sebal%20Manual.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 19

Planejamento de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Paulo Henrique Nogueira Biscola
Camilo Carromeu
Ademar Pereira Serra
Ronney Robson Mamede
Davi José Bungenstab

Princípios do planejamento e estabelecimento de processos de trabalho

Recentemente, a preocupação com o planejamento e especialmente a sua formalização nas empresas e empreendimentos individuais tem levado as pessoas a se questionarem detalhadamente sobre quais são os seus objetivos. A primeira pergunta deve sempre ser: **o que somos?** Seguida pela indagação que as levará ao progresso: **o que gostaríamos de ser?** Na maioria das vezes, a resposta para essas duas perguntas não é a mesma. Esse descompasso leva os empreendedores à questão mais importante, bem como a buscar respostas e soluções para responder a essa pergunta: **como passar do que somos para o que gostaríamos de ser?**

Planejar é especificar os objetivos a serem atingidos e decidir antecipadamente as ações necessárias e apropriadas que devem ser executadas para alcançá-los. Para tanto, o empreendedor é o responsável pela coleta e análise de informações em que os planos e projetos são baseados, pelo estabelecimento dos objetivos a serem atingidos e pela decisão sobre o que precisa ser feito.

É importante ter-se em mente que da mesma forma que para se construir uma casa, pilotar um avião, realizar uma longa viagem, transplantar um órgão do corpo humano, para se **implementar um novo sistema de produção agropecuário**, é necessário um plano bem definido, na forma de um projeto, com um planejamento detalhado de todas as etapas do processo.

Elaborar o planejamento toma tempo do agropecuarista e implica usualmente em algumas despesas, inclusive com técnicos especializados. Mas isso pode ser considerado um investimento, pois traz uma série de vantagens, como:

- Esclarecer, inclusive para si mesmo, os objetivos do projeto;
- Pensar com antecedência nas diversas etapas e preparar-se para o futuro, inclusive em termos financeiros;
- Identificar previamente vários requisitos fundamentais que precisarão ser atendidos;
- Avaliar se as ações a serem executadas são de fato possíveis;
- Permitir fazer o melhor uso dos recursos disponíveis;
- Motivar os funcionários e colaboradores pela segurança de saber o que se está fazendo.

Ferramentas de planejamento

O primeiro passo no processo de implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é realizar um diagnóstico da situação atual do negócio, considerando a região onde se encontra o estabelecimento rural e o perfil do produtor.

O diagnóstico engloba, por exemplo, o sistema de produção predominante na região, os mercados locais e o acesso a outros mercados, infraestrutura de transporte e armazenamento, sistema de produção existente no estabelecimento rural em questão, índices de produção e forma de gestão. Neste capítulo, parte-se do princípio que o estabelecimento rural e o empreendedor-agropecuarista dispõem de uma situação favorável para a implementação de um sistema de ILPF.

O planejamento do empreendimento somente deve ser iniciado quando o diagnóstico aponta condições favoráveis para o mesmo. Esse diagnóstico já fornece as informações iniciais para o planejamento e ajuda a estabelecer as ações que devem ser realizadas para transformar o sistema de produção existente em sistema de ILPF. Dentro do planejamento, essas ações devem ser priorizadas considerando-se sua importância para o sucesso do sistema e a capacidade do agropecuarista em implementá-las.

Recomenda-se que as ações priorizadas sejam então submetidas a um método de análise comumente chamado de "ferramenta do curioso" que leva o empreendedor ou responsável pelo projeto a responder às perguntas: "o quê?", "quem?", "onde?", "quando?", "por que?", "como?" e "quanto custa?".

As respostas a essas perguntas irão dar uma visão completa de como devem ser conduzidas as ações para implantação do sistema. Esse é um método interativo e simplificado que facilita o planejamento do que deve ser feito. As respostas a essas perguntas distribuem as tarefas entre quem irá executá-las, registra onde serão executadas, qual o momento, a forma correta e os materiais necessários para sua execução, bem como o custo para realizar as ações. Além disso, por formalizar o planejamento, esse método auxilia no acompanhamento do que cada um está fazendo e, consequentemente, permite a avaliação dos resultados.

- O QUÊ – O que deve ser feito? (detalhamento da ação)
- QUEM – Quem é o responsável pela ação? (quem será o culpado se a ação não for executada com sucesso)
- ONDE – Onde será implementada a ação? (em que local)
- QUANDO – Quando será implementada? Com que periodicidade? Em qual momento estratégico?
- POR QUE – Por que esta ação é necessária? Qual o benefício? Quais os prejuízos se não for feita?
- COMO – Como será realizada esta ação? (Qual será o método utilizado? Quais recursos serão necessários? Quais máquinas e equipamentos? Quantas pessoas serão necessárias?)
- QUANTO CUSTA – Quanto o agropecuarista terá de custo ou investimento para executar essa ação? Como será o cronograma de desembolso?

Para se utilizar essa ferramenta, basta montar um quadro com as sete perguntas nas colunas e as ações a serem executadas nas linhas. Especialmente quando se utiliza uma planilha eletrônica, esse quadro pode ser expandido gradualmente inserindo-se novas linhas conforme ações maiores são fragmentadas em tarefas mais detalhadas.

Como exemplo prático de uso desse método, foi elaborado um modelo de planejamento dos primeiros e mais importantes passos para implantação real de um sistema de ILPF com eucalipto (Tabela 1). Por isso, no modelo foram colocadas apenas as colunas: "o quê?", "quando", "por quê?" e "como?". As colunas com as perguntas "quem?", "onde?" e "quanto custa?" foram deixadas como motivação e apoio inicial para utilização efetiva dessa ferramenta de planejamento pelos interessados. Um arquivo do MS-Word com o quadro aqui apresentado pode ser baixado em www.ilpf.cnpgc.embrapa.br.

Usualmente o "quem" deve ser determinado pelo empreendedor-agropecuarista, podendo o responsável pela ação ser ele mesmo, seu empregado ou alguma empresa ou pessoa contratada. O "onde", na maioria das ações, será no próprio estabelecimento rural ou parte dele destinada à implantação do sistema de ILPF. O "quanto custa" por ação, usualmente é bastante variável, pois depende da dimensão do sistema e dos recursos já disponíveis para implantação do mesmo, especialmente com relação a aquisição ou aluguel de máquinas, implementos e equipamentos.

É importante salientar que este modelo é um exemplo baseado em um caso real, mas apenas com os passos principais para implantação do sistema. No momento de planejar suas ações, recomenda-se um maior detalhamento de cada uma delas, adequando-as à realidade de cada estabelecimento rural e recursos disponíveis no local.

Depois do planejamento detalhado, cada ação deve ser acompanhada pelo responsável designado. Para tal, o modelo aqui disponibilizado, bem como o que será apresentado na próxima seção, são ferramentas de apoio muito úteis na organização e visualização das ações necessárias. Naturalmente, existem vários outros métodos, inclusive mais complexos, para se realizar essa tarefa. O importante é que o empreendedor-agropecuarista tenha condições de monitorar, controlar e intervir quando necessário para garantir a correta realização das atividades e consequentemente o sucesso de seu empreendimento. Como em qualquer outro negócio, o sucesso do sistema de ILPF dependerá em grande parte do planejamento bem feito e do comprometimento dos interessados.

Tabela 1. Modelo de planejamento para implantação de sistema de ILPF com eucalipto.

O quê?	Quando?	Por que?	Como?
Verificação da aptidão da área para implantação do sistema	Antes do início da implantação do sistema	Para evitar problemas com a implantação de culturas anuais e destinação dos produtos do sistema	Diagnóstico do estabelecimento rural inserido em seu contexto regional, utilizando orientação de técnicos especializados
Coleta de amostras de solo e análise química e física	Antes do preparo inicial do solo e depois anualmente.	Para monitorar a fertilidade do solo e para definição das recomendações de correção, adubação de manutenção e reposição	De um talhão homogêneo devem ser retiradas 10 subamostras de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, as quais devem ser homogeneizadas formando uma amostra de aproximadamente 400 gramas, que deve ser encaminhada para um laboratório de análise de solo e depois os resultados interpretados por engenheiro agrônomo ou técnico agrícola
Calagem e Gessagem	No preparo inicial do solo e depois quando necessário	Para correção da acidez do solo e fornecimento de Cálcio e Magnésio para as culturas	Corretivos de solo aplicados e incorporados de 0 a 20 cm, utilizando-se grade pesada ou arado
Monitoramento e controle de formigas cortadeiras	Pelo menos dois meses antes do plantio e depois durante todo o ciclo de produção	Para evitar danos às culturas anuais e especialmente ao eucalipto	Caminhando na área à procura de formigueiros ativos, bem como ao seu redor no mínimo a 100 metros de bordadura. Quando encontrados dever ser aplicado inseticida à base de Fipronil em pó ou iscas formicidas granuladas se a estação do ano for propícia
Cultivo da cultura de verão (exemplo: Soja)	Ano 0 (novembro) a Ano 1 (março). Ano 1 (novembro) a Ano 2 (março). Ano 5 (novembro) a Ano 6 (março). Ano 9 (novembro) a Ano 10 (março).	Para proporcionar retorno econômico em curto prazo reduzindo os custos de implantação do sistema de ILPF. Porque a soja é uma leguminosa que favorece a fixação de Nitrogênio atmosférico no solo.	A definição do cultivo anual, bem como os tratos culturais dependerão de recomendações técnicas específicas para cada região e propriedade que poderão ser feitas por técnicos especializados. Recomenda-se que os detalhes do cultivo específicos para a área sejam inseridos neste quadro. Eventualmente um quadro adicional pode ser criado para a cultura.
Plantio de eucalipto	Ano 1 (janeiro).	Entre as espécies arbóreas disponíveis para os sistemas de ILPF, o clone (escolhido pelo produtor) de eucalipto apresenta as vantagens de ter ciclo rápido, sua madeira ser adequada para (aptidão do clone), com mercado assegurado na região e haver também disponibilidade de mudas em quantidade suficiente na região.	Escolha adequada das mudas dos clones. Irrigação no dia de plantio e periodicamente a cada 6 dias até o pegamento das mudas. Caso haja perda acima de 5% das mudas, será realizado replantio Recomenda-se que os detalhes do plantio específicos para a área sejam inseridos neste quadro. Eventualmente um quadro adicional pode ser criado para a cultura.

Continua...

Tabela 1. Continuação.

O quê?	Quando?		Por que?	Como?
Implantação do Sistema Santa Fé (Milho ou Sorgo em consorciação com braquiária)	Ano 1 (fevereiro a agosto) Ano 2 (fevereiro a agosto) Ano 6 (fevereiro a agosto) Ano (fevereiro a agosto)		O cultivo da braquiária com milho ou sorgo ajuda a conservar o solo pela cobertura vegetal, melhora a condição do solo com fertilizantes residuais e ciclagem de nutrientes e ainda proporciona retorno econômico com a renda obtida com os grãos. A partir do ano 2 a forrageira fica estabelecida para o componente pecuário	Ano 1: a implantação da cultura de outono/inverno deve ser realizada com sistema de plantio direto sempre que possível. Recomenda-se ensilar o sorgo ou milho. Ano 2 em diante: pode-se repetir as ações do ano 1, observando-se o detalhe de que forrageira deve ser escolhida com base em sua tolerância a sombreamento Recomenda-se que os detalhes de plantio específicos para a área sejam inseridos neste quadro. Eventualmente um quadro adicional pode ser criado para a cultura.
Tratos culturais no eucalipto	Ano 2 (agosto).		Eliminação de plantas daninhas para evitar-se a mato-competição;	Coroamento das plantas de eucalipto com capinas manuais ou herbicidas ao redor das árvores.
Tratos culturais no eucalipto	Ano 2 (agosto).		Adubação de cobertura para suprir as necessidades nutricionais das plantas;	A adubação de cobertura é realizada aos 90 dias e após um ano de plantio.
Tratos culturais no eucalipto	Ano Ano 2 Ano 3 Ano 4	Altura 0 a 2 m 2 a 4 m 4 a 6 m	Desrama para favorecer o crescimento da planta e a qualidade da madeira bem como para evitar danos pelos animais quando os mesmos entrarem no sistema	A desrama inicial é feita quando o diâmetro do caule a 1,30 m de altura atinge mais que 6 cm.
Entrada de bezerros de recria no sistema	Ano 2 (setembro) a Ano 5 (agosto)		Os bezerros, pelo menor porte causam menos danos às árvores jovens e além disso, essa categoria animal necessita de pastagens de qualidade mais alta, proporcionada pela forrageira recém formada	Para que os animais entrem no sistema é necessário que as árvores estejam com mais de 6 cm de diâmetro ao DAP (1,30 m de altura). É importante que tenha sido feito o controle estratégico de parasitas para evitar a contaminação da pastagem recém implantada.
Colheita de 1/3 das árvores	Ano 5 (agosto) Ano 9 (agosto) Ano 13 (agosto)		Aumentar a incidência de luz nas entrelinhas das árvores para favorecer o desenvolvimento da cultura anual e da forrageira na sequência; Ingresso financeiro.	Serão colhidas árvores alternadamente nas fileiras, priorizando-se, todavia, as que apresentarem crescimento deficiente e/ou defeitos no fuste, que prejudicarão a qualidade da madeira

O uso do Diagrama de Gantt para planejamento e controle do cronograma de atividades

A condução de um ciclo completo de um sistema de ILPF com uso de eucalipto pode durar mais de doze anos, demandando uma série de atividades de gestão que precisam de um planejamento cuidadoso e de longo prazo para se reduzir os riscos do empreendimento. A perda, por exemplo, do período ou data ideal para execução de determinada atividade pode acarretar em atraso de todo o ciclo ou até mesmo em perdas irreversíveis para o sistema. Existem várias técnicas de gestão de projetos que podem ser adaptadas e aplicadas ao processo de implementação e condução de sistemas de ILPF. Dentre as técnicas disponíveis, será explorado nesta seção o **Diagrama de Gantt**, que é uma ferramenta relativamente simples para a elaboração de um cronograma de atividades para o projeto.

O Diagrama ou Gráfico de Gantt foi criado em 1917, pelo engenheiro industrial Henry Laurence Gantt, com o objetivo de auxiliar o exército e a marinha dos Estados Unidos no controle de serviços de guerra. Mais tarde, os diagramas passaram a ser utilizados para sequenciar as atividades de linhas de produção industrial. Nesta técnica, o cronograma de atividades é apresentado na forma de um conjunto de barras horizontais em uma linha de tempo. Com isso, é possível acompanhar visualmente a realização das tarefas no cronograma e as relações de dependência entre as atividades do processo.

Esse diagrama tem a grande vantagem de permitir uma visualização rápida de como está o andamento das atividades em relação ao planejado, permitindo, consequentemente, uma melhor organização logística do projeto. O diagrama facilita a visualização de atividades que devem ocorrer ao mesmo tempo ou logo em sequência, evidenciando as que demandam o mesmo recurso.

Por exemplo, se o produtor tem apenas um trator para irrigar as mudas de eucalipto recém-plantadas e para fazer a pulverização de inseticidas na área de lavoura de grãos, ele deve dar mais atenção a esse detalhe e resolver um possível problema logístico, pois essas duas atividades podem ocorrer simultaneamente e realizar qualquer uma delas, mesmo que com apenas um pequeno atraso, pode causar grandes prejuízos.

Portanto, o Diagrama de Gantt unido ao método apresentado anteriormente, permite prevenir problemas, especialmente de disponibilidade de mão-de-obra, recursos físicos e tempo, que muitas vezes seriam percebidos apenas no momento da condução da ação, causando transtornos para o produtor e sua equipe e, em casos extremos, até inviabilizando o processo.

Muitos empreendedores e produtores rurais têm grande habilidade de armazenar informações e fazer um bom planejamento sem a necessidade de se formalizar os detalhes dos mesmos em papel ou programas de computador. Todavia, mesmo essas

pessoas, muitas vezes se surpreendem com a utilidade de ferramentas como as aqui apresentadas, pois ao analisarem e descreverem as fases e ações do processo, acabam por se obrigar a responder perguntas e observar detalhes que os levam a identificar aspectos problemáticos no processo que não seriam percebidos se tudo fosse feito apenas "de cabeça".

Podem ser encontrados no mercado, diversos softwares de gestão de projetos que utilizam Gráficos de Gantt. Inclusive algumas versões de fácil utilização podem ser baixados da internet, sem custos, e instalados para uso em um computador pessoal. Neste exemplo foi utilizado o "GanttProject", disponível gratuitamente em: http://www.ganttproject.biz/.

Trata-se de um software livre e de código aberto que possui uma interface bastante intuitiva. Para ilustrar como a ferramenta pode ser utilizada na implantação de sistemas de ILPF, cada atividade mapeada e descrita no quadro anterior foi inserida no Diagrama de Gantt com seu período de sua execução (Figura 1).

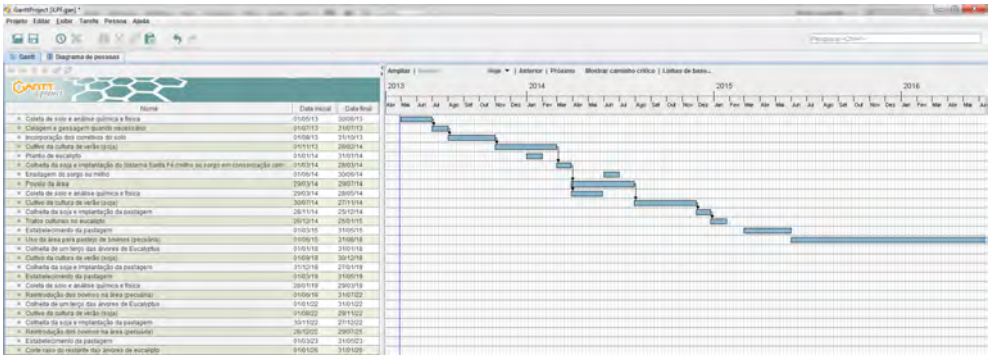


Figura 1. Ilustração da tela de interface visual do software GanttProject para um projeto de ILPF com eucalipto.

Dentro do conjunto de atividades a serem executadas, existem várias tarefas que devem ser realizadas ao mesmo tempo. O Diagrama de Gantt auxilia no planejamento e na execução destas ações uma vez que permite visualizar o período de sua execução ao longo do tempo.

Outra vantagem desse gráfico, é que o mesmo apresenta sempre uma barra vertical vermelha cortando as atividades na coluna relativa ao dia atual. Dessa forma, as tarefas em atraso são facilmente identificadas. Na figura 2 é mostrada esta funcionalidade considerando, para o exemplo, que a data atual seja 15 de janeiro de 2014.

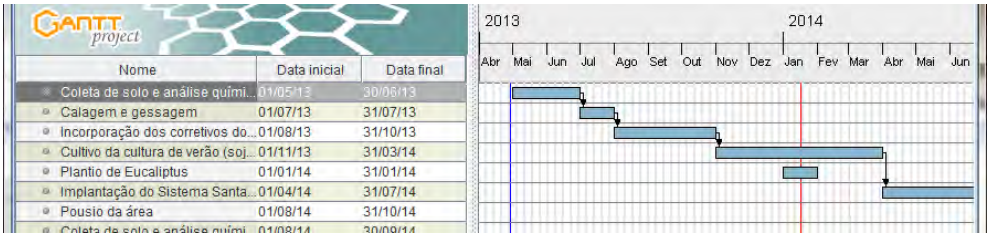


Figura 2. Exemplo da visualização do Gráfico de Gantt para um projeto de ILPF com a barra vertical indicando o dia atual.

Como o obter o GanttProject?

Para obter essa ferramenta, basta acessar o endereço http://www.ganttproject.biz/download a partir de qualquer navegador web. Execute o arquivo seguindo os passos típicos de instalação de um aplicativo Windows, conforme mostrado na Figura 3. Sugere-se que sejam selecionados todos os componentes disponíveis, como ilustrado no oitavo quadro da Figura 3.

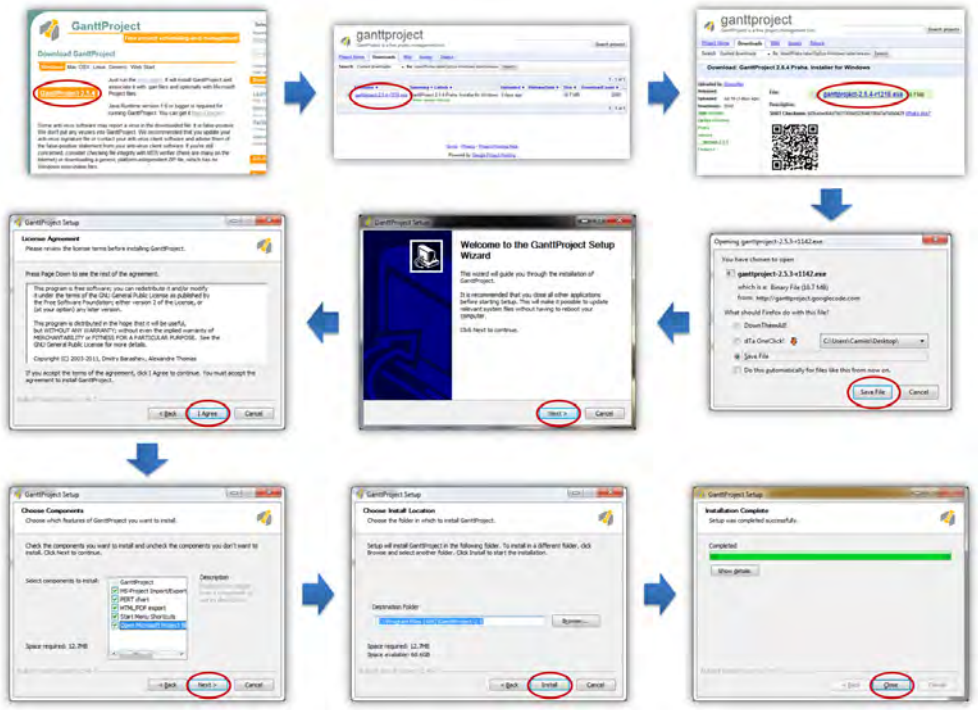


Figura 3. Ilustração do processo passo a passo para instalação do software GanttProject.

Como utilizar o GanttProject na implantação de um sistema de ILPF

Após instalar o aplicativo, o mesmo já pode ser utilizado como um software de apoio à implantação de um projeto de ILPF ou qualquer outro empreendimento. Visando ajudar produtores-empreendedores bem como técnicos e consultores na tarefa de mapear o processo de implantação de um sistema de ILPF, foi disponibilizado para download o exemplo mostrado neste livro[1].

Depois de baixar o arquivo, clique duas vezes sobre ele para que seja aberto automaticamente no GanttProject. Na interface do sistema as atividades são mostradas em uma coluna do lado esquerdo e o gráfico de Gantt é mostrado do lado direito. As atividades disponíveis no exemplo são as seguintes:

[1] Para obtê-lo, basta acessar o endereço: www.ilpf.cnpgc.embrapa.br.

- De 1/5/13 a 30/6/13: Coleta de solo e análise química e física;
- De 1/7/13 a 31/7/13: Calagem e gessagem quando necessário;
- De 1/8/13 a 31/10/13: Incorporação dos corretivos no solo;
- De 1/11/13 a 28/2/14: Cultivo da cultura de verão (soja);
- De 1/1/14 a 31/1/14: Plantio de eucalipto
- De 1/03/14 a 28/03/14: Colheita da soja e implantação do Sistema Santa Fé (milho ou sorgo em consorciação com braquiária)
- De 1/6/14 a 30/6/14: Ensilagem do sorgo ou milho;
- De 1/7/14 a 31/10/14: Pousio da área;
- De 1/8/14 a 30/9/14: Coleta de solo, análise química e física e correção quando necessário;
- De 31/10/14 a 28/2/15: Cultivo da cultura de verão (soja);
- De 1/2/15 a 28/2/15: Colheita da soja e implantação da pastagem;
- De 1/3/15 a 31/5/15: Estabelecimento da pastagem;
- De 1/6/15 a 31/8/18: Uso da área para pastejo de bovinos (Pecuária);
- De 1/8/15 a 31/8/15: Tratos culturais no eucalipto;
- De 1/1/18 a 31/1/18: Colheita de um terço das árvores de eucalipto;
- De 31/10/18 a 28/2/19: Cultivo da cultura de verão (soja);
- De 1/2/19 a 28/2/19: Colheita da soja e implantação da pastagem;
- De 1/3/19 a 31/5/19: Estabelecimento da pastagem;
- De 1/6/19 a 31/7/19: Coleta de solo e análise química e física e correção quando necessário;
- De 1/6/19 a 31/7/22: Reintrodução dos bovinos na área (Pecuária);
- De 1/1/22 a 31/1/22: Colheita de um terço das árvores de eucalipto;
- De 31/10/22 a 28/2/23: Cultivo da cultura de verão (soja);
- De 1/2/23 a 28/2/23: Colheita da soja e implantação da pastagem;
- De 1/3/23 a 31/5/23: Estabelecimento da pastagem;
- De 1/6/23 a 31/12/25: Reintrodução dos bovinos na área (Pecuária);
- De 1/1/26 a 31/1/26: Corte raso do restante das árvores de eucalipto.

No caso de se continuar a usar esse mesmo gráfico, para se criar uma nova atividade há um botão com o símbolo de um relógio, disponível na barra superior da interface do GanttProject (Figura 4). Após clicar sobre o relógio, uma tarefa com um nome genérico e sem período definido aparece na coluna de tarefas.

No caso de se desejar excluir uma atividade qualquer, basta selecioná-la e utilizar o botão com o símbolo de um "X" também disponível na interface principal do programa, como ilustrado na Figura 4.

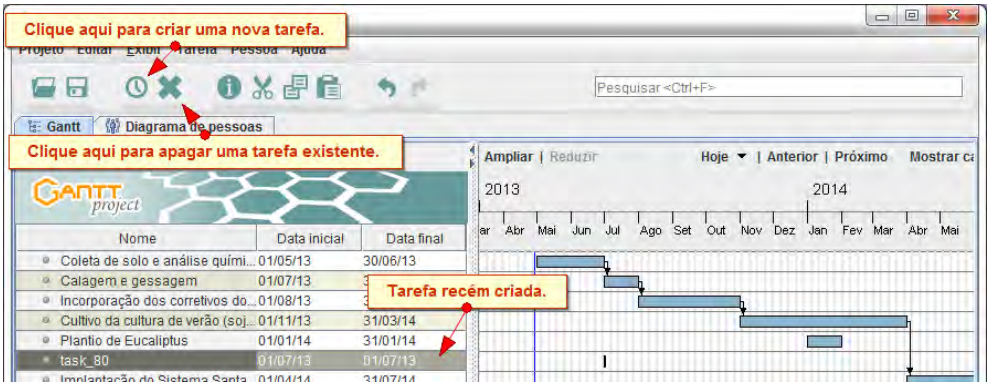


Figura 4. Ilustrações indicativas dos botões da interface do GanttProject para criar e excluir tarefas.

Para alterar o nome e o período de uma atividade existente no exemplo dado ou em outro arquivo que o usuário esteja utilizando, basta clicar duas vezes sobre a linha da atividade. Isto fará com que o programa mostre um formulário com as propriedades da atividade. Por meio deste formulário é possível alterar diversas informações para adequar o exemplo à sua realidade. Conforme mostrado na Figura 5, o sistema oferece a possibilidade de alterar o nome da atividade, o período em que será realizada, a sua prioridade e a visualização da barra desta atividade no gráfico de Gantt (forma e cor). Também é possível inserir informações adicionais na forma de texto puro no campo "Editar Notas".

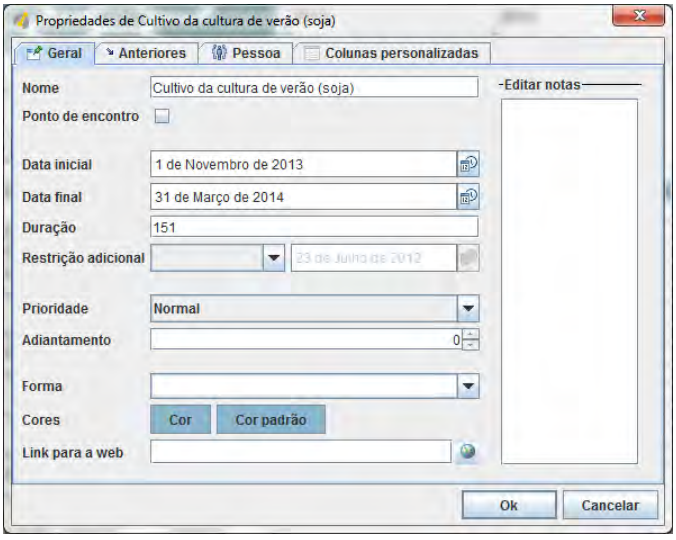


Figura 5. Edição das propriedades de uma atividade em projeto de implantação de sistema de integração.

Além disso, com esse programa é também possível vincular relações de dependência entre atividades. Quando se vincula duas atividades, uma atividade só pode ter início após a finalização de sua antecessora no relacionamento. Para criar a relação de dependência, selecionam-se duas atividades e clica-se sobre o botão com o símbolo de uma corrente, conforme mostrado na Figura 6. No modelo disponibilizado, há diversas atividades com relação de dependência, que estão indicadas visualmente por uma seta ligando a antecessora à sucessora.

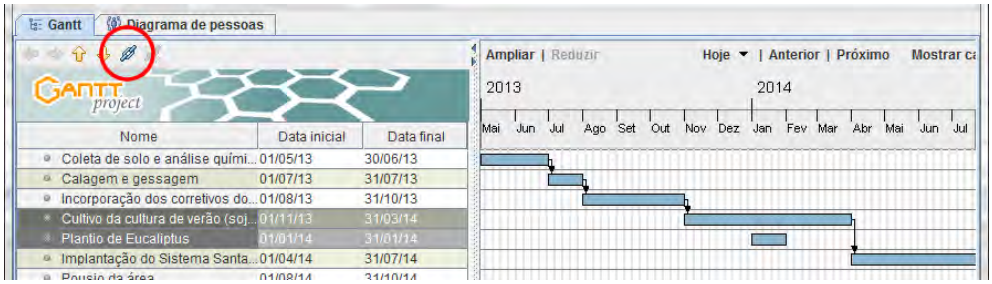


Figura 6. Ilustração da ferramenta para criação de relação de dependência entre duas atividades em projeto de implantação de sistema de integração.

Além das aqui apresentadas, há outras funcionalidades disponíveis no GanttProject que permitem um controle mais detalhado do processo de implantação do projeto. É possível, por exemplo, alocar recursos humanos e financeiros a cada atividade, possibilitando controlar e distribuir o uso destes recursos, usualmente limitados, em função do tempo disponível. Na Figura 7 é mostrada a alocação de dois recursos à atividade de "Coleta de solo e análise química e física". Neste exemplo, os recursos "Agropecuarista" e "Laboratório de Análise de Solo" que são os responsáveis por executar a atividade, foram primeiramente inseridas no sistema pela opção "Pessoa" do menu principal do software. Em seguida, essas pessoas foram vinculadas à atividade por meio do formulário de edição de suas propriedades (dois cliques sobre a atividade) e, então, clicando-se na aba "Pessoa" da janela que se abriu.

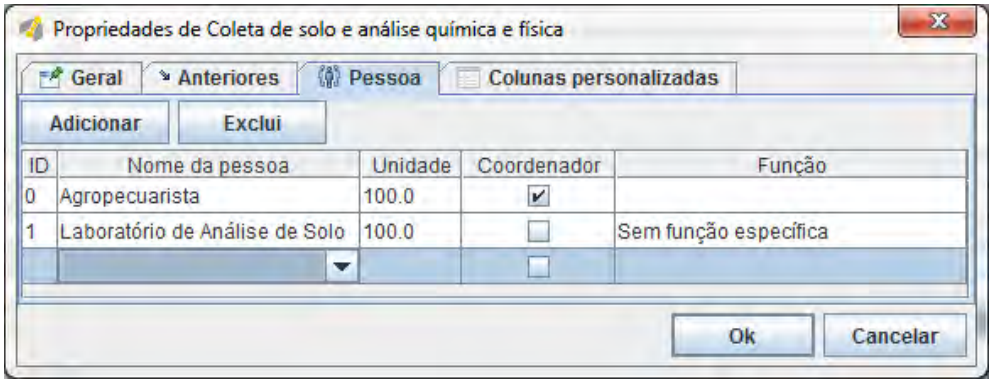


Figura 7. Ilustração da alocação de pessoas e suas funções em atividade de projeto de implantação de sistema de integração.

Como se pode perceber pela facilidade de visualização e relativa simplicidade da interface do GanttProject, este software é uma ótima alternativa para apoiar um projeto de implantação de um sistema de ILPF. Como visto, seu uso sem custo adicional, possibilita organizar e coordenar cada uma das atividades necessárias em um ciclo completo do sistema.

Considerações finais

Portanto, a definição clara e por escrito dos objetivos do sistema, do seu escopo e suas características principais, bem como o uso de ferramentas para formalização e descrição detalhada de cada passo do planejamento, aliada ainda à utilização de softwares específicos para gestão de projetos, faz com que o processo passe a ser mapeado formalmente e sua execução seja feita de forma metódica e documentada, otimizando o uso de recursos e de tempo aplicados ao projeto e contribuindo para o sucesso do empreendimento como um todo.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 20

Sistemas de produção em integração:
alternativa para recuperação de pastagens degradadas

Manuel Claudio Motta Macedo
Alexandre Romeiro de Araújo

Introdução

Exploração racional e ambientalmente correta de recursos naturais, sustentabilidade da produção e mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) são temas cada vez mais discutidos no desenvolvimento agropecuário do Brasil. O País tem experimentado um grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio, ampliando suas exportações e a renda dos produtores.

Dois grandes aspectos, no entanto, chamam a atenção quando se discute sustentabilidade da produção agrícola: a degradação das pastagens e o uso do solo com a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo.

A exploração do gado bovino no Brasil é realizada principalmente em pastagens. Os sistemas extensivos de exploração predominam sobre os demais, mas algumas vezes combinam o pastejo com a suplementação dos animais com silagem, cana-de-açúcar picada, feno ou rações. As gramíneas forrageiras cultivadas mais importantes em uso no Brasil foram introduzidas da África e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon*.

As pastagens cultivadas estão concentradas no ecossistema Cerrado, com 49,5 milhões de hectares de um total de 208 milhões (Sano et al., 2001), sendo essa região responsável por cerca de 50% da produção de carne do país.

Os solos ocupados por pastagens em geral são marginais quando comparados àqueles usados pela agricultura de grãos. Estes apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, pedregosidade ou limitações de drenagem (Adamoli et al., 1986). Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de biocombustíveis, fibras, resinas, açúcar, etc.

Dessa forma, é de se esperar que as áreas de exploração para os bovinos de corte apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção.

No Brasil, antes da introdução das pastagens cultivadas na região dos Cerrados a lotação animal era de 0,3-0,4 animal/ha e os bovinos só atingiam a idade de abate após os 48 a 50 meses (Arruda, 1994). No início da década de 1970 teve início a introdução de espécies do gênero *Brachiaria*, notadamente a espécie *Brachiaria decumbens*. Esta espécie adaptou-se muito bem ao bioma Cerrado, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural. A lotação inicial média proporcionada passou a ser de 0,9 a 1,0 animal/ha e o ganho de peso animal também aumentou em média, de 2 a 3 vezes. Esta maior produtividade resultou em um grande impulso na exploração da pecuária de corte no Brasil e ampliou consideravelmente a fronteira agrícola.

Até o início da década de 1990, provavelmente, mais de 50% da área de pastagem cultivada estava plantada com *Brachiaria decumbens*. Entretanto, um aspecto importante a ser destacado nos últimos 15 anos é a diminuição da área ocupada por *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em favor da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o aumento da área plantada pelos cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia e Mombaça. A cultivar Marandu ocupa atualmente lugar de destaque na comercialização de sementes, com cerca de 70%

do volume total vendido entre as diversas espécies, inclusive na exportação para outros países da América Latina. Sua expansão se deve pela maior resistência à cigarrinha-das-pastagens e por proporcionar melhor desempenho animal. No Cerrado, as braquiárias continuam ocupando a maior área plantada, com cerca de 85% do total e as forrageiras do gênero Panicum ao redor de 12% (Macedo, 2005).

A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, sendo um processo dinâmico de queda relativa da produtividade. Os sistemas agrícolas tradicionais de lavouras anuais, por sua vez, com excessivo preparo do solo, cultivos contínuos sem rotação de culturas, têm prejudicado a qualidade física e química do solo, assim como aprofundado os problemas de pragas, doenças e invasoras.

Esses problemas têm sido mitigados pela utilização de tecnologias importantes como o sistema de plantio direto (SPD), que contempla não só o preparo mínimo do solo, mas também a prática de rotação de culturas, e os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A utilização do SPD é uma tecnologia crescente, que em 2003 na região dos Cerrados, já representava mais de 40% dos sistemas de plantio (Duarte et al., 2007). Acredita-se que esse percentual já tenha ultrapassado os 65% em 2008/2009. O grande avanço se deu pelas vantagens comparativas entre o SPD e os sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. Em um relato sobre a evolução do SPD do início da década de 1970 até o início da década de 1990, Puríssimo (1997), observou que foram várias as dificuldades encontradas, desde a falta de equipamentos até a alta dependência do controle químico das plantas daninhas.

A adoção do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação, e pastejo no outono-inverno, e entre as mais promissoras estão: o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, sobretudo as braquiárias, consorciadas ou não.

As perdas de produtividade com degradação das pastagens, problemas sanitários relacionados com grandes áreas de monocultivo da soja, a pressão social sobre a terra, dívidas financeiras, preços de insumos e produtos e aumento da competição global, vêm exigindo, cada vez mais, eficiência dos produtores. Nesse sentido, os sistemas de ILP e ILPF, podem ser promissores para reverter alguns problemas da pecuária, servindo como alternativa de recuperação de pastagens degradadas, assim como podem favorecer a agricultura anual e o SPD, especialmente com a produção de palha, melhoria das propriedades do solo, utilização plena de equipamentos, geração de empregos e aumento de renda no campo.

Limitações da produção animal em pasto

Dentre os fatores mais importantes relacionados com a degradação das pastagens destacam-se o manejo animal inadequado e a falta de reposição de nutrientes. A lotação animal excessiva sem os ajustes para uma adequada capacidade de suporte e a ausência de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação.

Um exemplo da possibilidade de se manter a produção animal de forma sustentável, por meio de manejo adequado em regiões de savanas, foi demonstrado por Lascano e Estrada (1989); Lascano e Euclides (1996) na Figura1. Esses autores demonstraram que, por meio do ajuste da lotação de 1,0 animal/ha no período seco e 2,0 animais/ha no período chuvoso, com aplicação de 10 kg de fósforo (P), 13 kg de potássio (K), 10 kg de magnésio (Mg) e 16 kg de enxofre (S) por hectare, a cada dois anos, foi possível manter produção média, em peso vivo (PV), de 139 kg/animal/ano e uma produção por área aproximada de 250 kg de PV por hectare após 16 anos de pastejo nas savanas da Colômbia. Nota-se, como explicado pelos autores, que em alguns anos, em consequência da excessiva precipitação e do ataque de cigarrinha-das-pastagens, houve grandes prejuízos à produção animal.

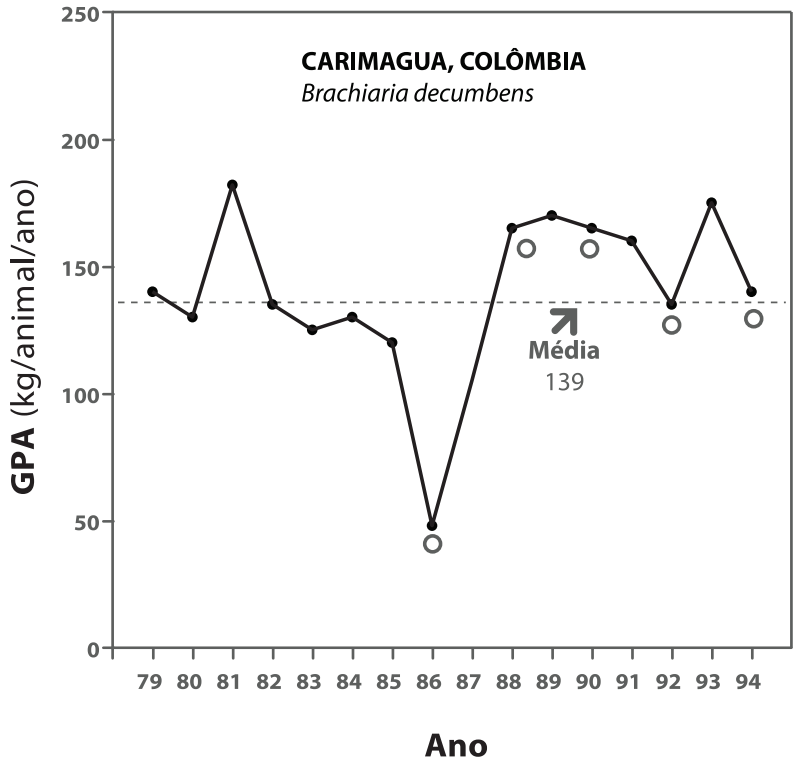


Figura 1. Produção animal (kgPV/animal/ano) em pastagens de *Brachiaria decumbens* nas savanas de Carimagua, Colômbia.

Fonte: Dados coletados por Lascano et al. (1989, 1995), durante 16 anos. 0 = anos com ataque de cigarrinha das pastagens.

Por outro lado, exemplos que ilustram a queda do vigor e da produtividade das pastagens, em direção à degradação, são dados pelos resultados obtidos por Cardoso (1987, comunicação pessoal) e Bianchin (1991). No primeiro caso (Figura 2), foram utilizadas lotações fixas de 1,5 e 2,5 cabeças/ha, de novilhas nelore de 18 a 24 meses de idade, por cinco anos consecutivos em um Oxisol argiloso (Latossolo Vermelho distroférrico), em Campo Grande, MS, Brasil, em Brachiaria decumbens cv. Basilisk, sem adubação de manutenção. No segundo exemplo (Figura 3), foram utilizadas lotações fixas de 1,4 e 1,8 UA/ha, de bezerros Nelore desmamados, por seis anos consecutivos em um Oxisol argiloso (Latossolo Vermelho distrófico), também em Campo Grande, MS, Brasil, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sem adubação de manutenção. Enquanto no primeiro caso os animais eram destinados à reprodução, no segundo, os animais eram recriados para posterior engorda. A produção animal, (kg PV/ha), em *Brachiaria brizantha*, nas estações de seca e chuvosa, durante três ciclos de dois anos, pode ser observada na Figura 4 e acompanhou a queda na disponibilidade da forrageira. A partir da segunda seca, a lotação mais leve ultrapassa a produção da lotação mais elevada, mostrando, didaticamente, a necessidade de ajuste para manter a capacidade de suporte da forrageira.

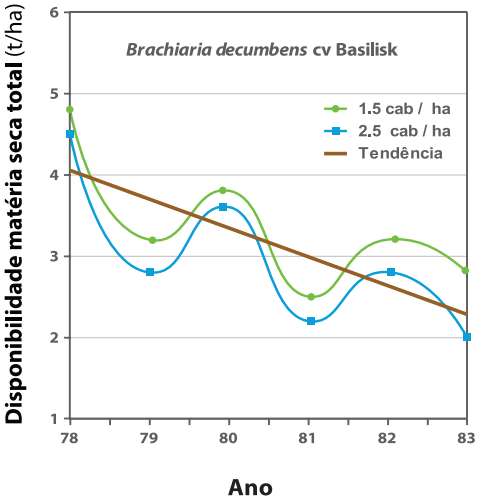


Figura 2. Evolução da disponibilidade da matéria seca total (t/ha) em pastagem de *Brachiaria decumbens* em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa.

Fonte: Adaptado de Cardoso (1987, comunicação pessoal).

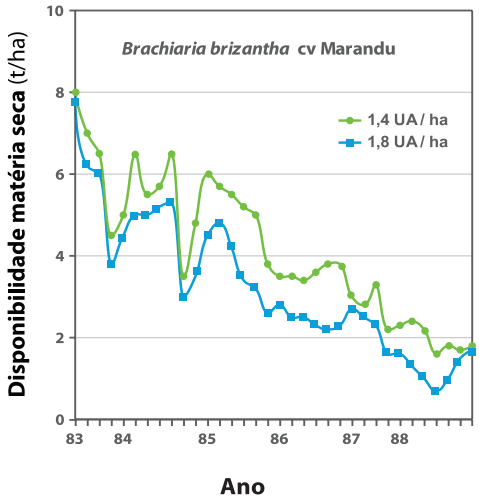


Figura 3. Evolução da disponibilidade da matéria seca total (t/ha) em pastagem de *Brachiaria brizantha* em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa.

Fonte: Adaptado de Bianchi (1991).

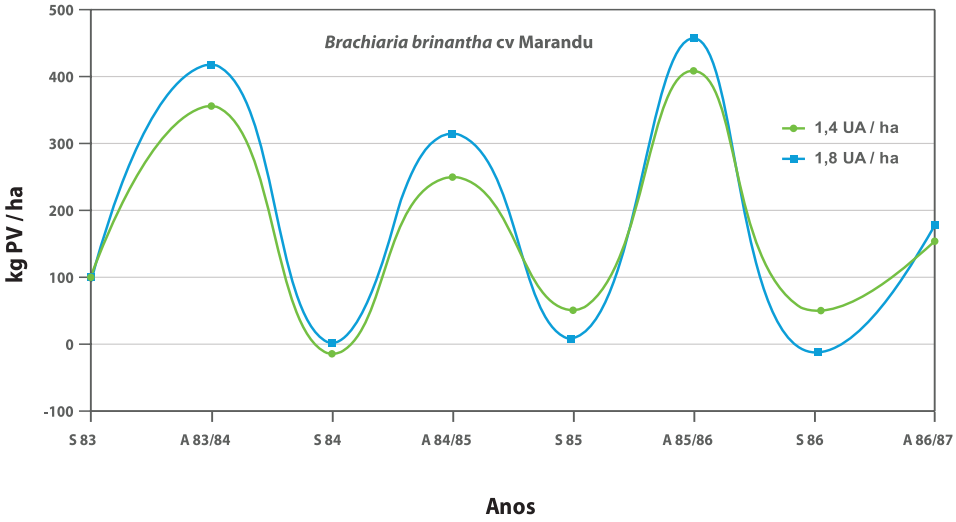


Figura 4. Evolução da produção animal (kg PV/ha) por bezerros Nelore desmamados, recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa, em três ciclos pecuários de dois anos.

Fonte: Adaptado de Bianchin (1991).

As Figuras 2 e 3 ilustram a tendência de queda na disponibilidade de matéria seca total, limitando a dieta animal e conduzindo a pastagem ao processo de degradação.

Segundo outros resultados obtidos na mesma região por Euclides et al. (1994a), a disponibilidade de matéria seca total de espécies como *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* deveriam ser mantidas ao redor de 3,0 t/ha ao longo do tempo para permitir uma oferta adequada de forragem verde, principalmente de lâminas foliares, a fim de atender adequadamente a dieta animal.

Os trabalhos de Cardoso (1987, dados não publicados) e Bianchin (1991) tiveram como objetivo, entre outros, o de medir a capacidade de suporte da forrageira sob lotação animal fixa, sem ajustes na lotação e sem reposição de nutrientes, e ficou comprovado que nessas condições a capacidade de suporte não é sustentável. Os gráficos aqui apresentados são como fotografias, em pequena escala, do panorama real existente em milhões de hectares de pastagens cultivadas que não recebem reposição de nutrientes ou ajustes no manejo animal.

A degradação das pastagens

A degradação das pastagens, além das dificuldades observadas na sua reversão, é percebida e interpretada de diferentes formas por produtores e técnicos.

Observa-se que após a implantação ou recuperação/renovação de uma pastagem, a produtividade é normalmente maior no primeiro, e às vezes também no segundo ano de exploração. Estima-se que, em média, a produção forrageira e animal seja 30 a 40% superior no primeiro ano de exploração em relação aos três ou quatro anos subsequentes,

desde que o potencial produtivo não seja limitado por problemas de clima, solo ou manejo animal inadequado. Depois, nota-se uma queda natural da produtividade com o tempo. Esta queda pode ser mais intensa, rápida e constante, até atingir um determinado ponto de equilíbrio, caso não seja aplicada uma ação de manejo visando a manutenção da produção. Este estado de equilíbrio geralmente é atingido com índices de produção que mal pagam os custos de manutenção dos animais, levando os criadores à descapitalização e até mesmo à saída do negócio agropecuário.

Alguns autores ponderam que o estresse do pastejo e a constante desfolhação da planta modificam o hábito de crescimento, principalmente, pela alteração na estrutura do relvado. Assim, são alterados o número de perfilhos, tamanho e número de folhas e relação parte aérea: raiz. Esse novo perfil morfológico conduz a diferentes relações fisiológicas e nutricionais na planta, que se não manejadas adequadamente, para cada situação específica, alteram o equilíbrio solo-planta-animal e dão início ao processo de degradação das pastagens.

Sugere-se que antes do início do processo de degradação seja introduzida uma ação de manejo que vise a manutenção da produtividade. Isso pode ser feito pelo manejo animal, especialmente pelo ajuste da lotação e alteração do manejo da pastagem, ou por meio de práticas culturais, como a calagem, gessagem e adubação.

Neste trabalho, "**Degradação de pastagens**" é definida como: "o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural das pastagens para *sustentar* economicamente os níveis de produção e de qualidade exigidos pelos animais, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados".

A degradação está baseada em um processo contínuo de alterações da pastagem que tem início com a queda do vigor e da produtividade. Poder-se-ia comparar este processo a uma escada (Figura 5), onde no topo estariam as maiores produtividades e à medida que se descem os degraus com a utilização da pastagem, avança-se no processo de degradação. Até um determinado ponto, ou um certo degrau, haveria condições de se conter a queda de produção e manter a produtividade com ações mais simples, diretas e com menores custos operacionais. A partir desse ponto, passar-se-ia para o processo de degradação propriamente, onde somente ações de recuperação ou de renovação, muitas vezes mais drásticas e dispendiosas, apresentariam respostas adequadas.

O final do processo culminaria com a ruptura dos recursos naturais, representado pela degradação do solo com alterações em sua estrutura, evidenciadas pela compactação e a consequente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção de água, causando erosão e assoreamento de nascentes, lagos e rios. Neste ponto a recuperação da área torna-se muito mais onerosa que nos estágios anteriores.

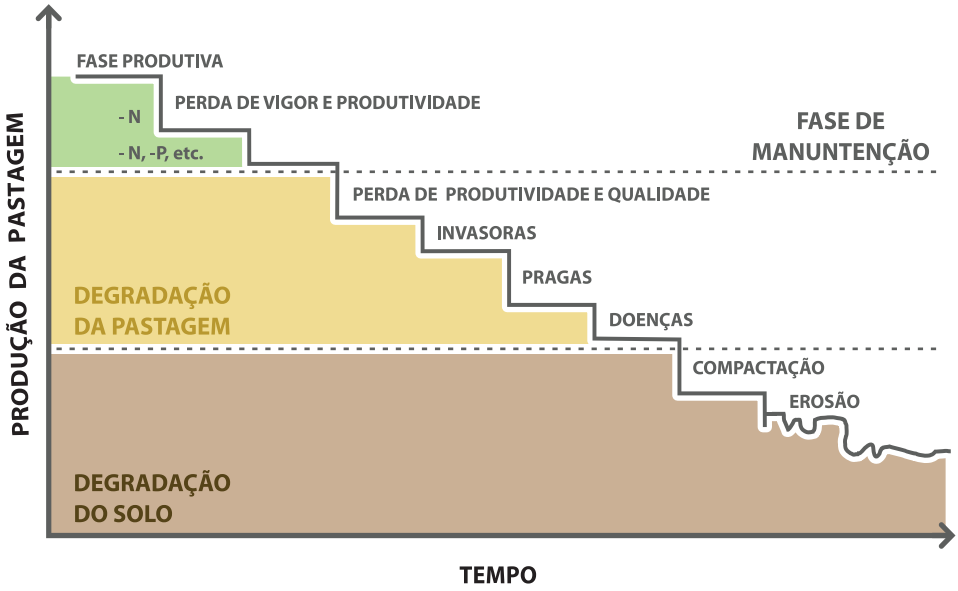


Figura 5. Representação gráfica simplificada do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo.

Fonte: Adaptado de Macedo (1999).

Estas considerações sobre o processo de degradação, que estão aqui apresentadas em uma sequência lógica, não são tão simples e nem sempre ocorrem nessa mesma ordem, podendo apresentar-se em diferentes sequências e graus, dependendo do ecossistema e do manejo utilizado. O próprio limite entre a fase de manutenção e o início da degradação ainda é objeto de pesquisa, pois para cada sistema de produção pode-se ter uma situação diferente. É razoável a suposição de que estes limites, estabelecidos por indicadores, sejam diferentes e se situem em faixas e não em valores fixos e pontuais.

As causas da degradação das pastagens

As causas mais importantes da degradação das pastagens estão relacionadas com:

1) Germoplasma, ou espécie forrageira, inadequado ao local;

2) Má formação inicial da pastagem causada pela ausência ou mau uso de práticas de conservação do solo, preparo do solo, correção da acidez e/ou adubação, sistemas e métodos de plantio, manejo animal na fase de formação;

3) Manejo e práticas culturais como uso de fogo como rotina, métodos, épocas e excesso de roçadas, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção;

4) Ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras;

5) Manejo animal impróprio, especialmente com excesso de lotação e sistemas inadequados de pastejo;

6) Ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo durante a condução do sistema.

A verificação e determinação de indicadores da sustentabilidade da produção das pastagens e desempenho animal tem sido tema de vários projetos de pesquisa, pois é fundamental para a tomada de decisões de manejo a fim de prevenir e/ou reverter a queda da produtividade. Os produtores, muitas vezes, se deixam levar pela aparência momentânea do estado da pastagem e não usam as ferramentas importantes de predição de queda da produção, tais como variáveis componentes da fertilidade, de propriedades físicas do solo e do estado nutricional das plantas.

Uma das características indicativas mais notadas no processo de degradação das pastagens é a capacidade de suporte animal ao longo do tempo. Quando a exploração pecuária é monitorada com certo grau de organização e critério, é frequente observar-se que, em um primeiro momento, ocorre diminuição da capacidade de suporte para a mesma oferta de forragem. Ou seja, ao proceder-se um descanso ou veda da pastagem, o crescimento no período não é suficiente para manter a lotação anterior.

Posteriormente, caso nenhuma ação de manejo seja tomada, decresce simultaneamente a quantidade e a qualidade da forragem e o reflexo passa a ser mais acentuado no desempenho individual dos animais. Nesta fase é possível que o relvado já não seja mais uniforme, possuindo áreas descobertas, sem forragem e com o solo exposto. Ocorrências de invasoras e pragas também podem ser notadas, pois a pastagem cultivada introduzida começa a perder a capacidade de recuperação natural pela competição exercida pelas espécies nativas. Esse processo está ilustrado na Figura 6.

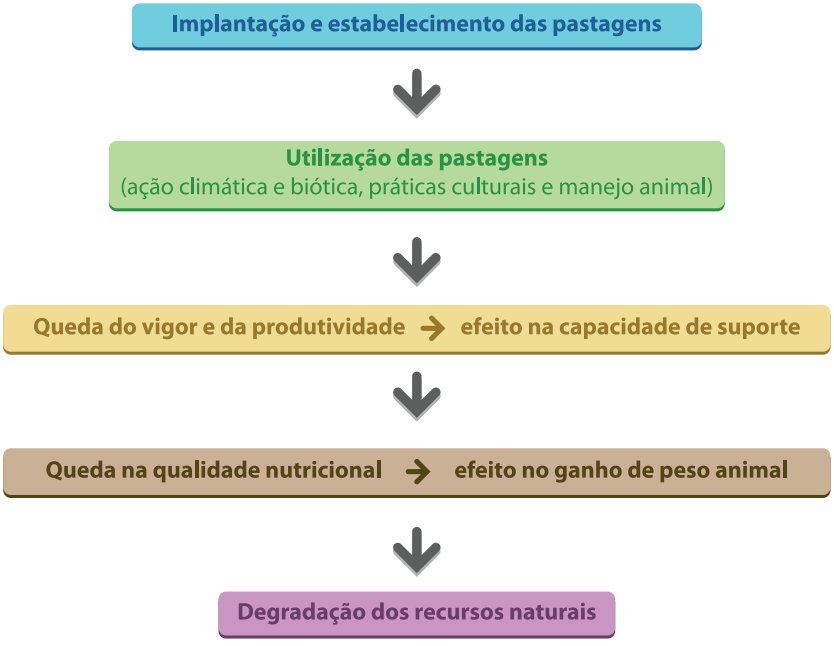


Figura 6. Ilustração das principais etapas do processo de degradação de pastagens.

Portanto, o acompanhamento criterioso da capacidade de suporte, em princípio, permite antecipar etapas mais graves do processo de degradação. Todavia, mesmo observando essa queda, muitas vezes o produtor não adota práticas de manejo de manutenção frequente, levando posteriormente à utilização de alternativas de recuperação ou renovação mais onerosas e de difícil realização do ponto de vista técnico, financeiro e logístico.

Métodos de recuperação e renovação de pastagens

De maneira global, pode-se classificar os métodos de recuperação e renovação de pastagens como direta e indireta. Entende-se por ***recuperação direta*** de pastagens as práticas mecânicas e químicas aplicadas a uma pastagem com o intuito de revigorá-la, **sem substituir** a espécie forrageira existente.

Entre as operações mecânicas, incluem-se a aplicação superficial a lanço de insumos, escarificação, subsolagem, gradagem, aração, etc. Nas opções químicas estão a calagem, a gessagem e a adubação. A escolha da operação depende, principalmente, do estádio de degradação da pastagem. Quanto mais avançado o grau de degradação, mais drástica deverá ser a ação mecânica. Assim, pastagens com erosão laminar, grande incidência de invasoras de porte alto, cupins de montículo e baixa cobertura vegetal poderão exigir operações de revolvimento de solo com grade, arado, terraceador e/ou uso de subsolador (Spera, et al., 1993; Macedo, 2001).

Por outro lado, pastagens no estádio inicial de degradação, onde apenas se observa perda de vigor e produtividade, podem ser recuperadas por meio de simples aplicação superficial de fertilizantes, corretivos e/ou escarificação e subsolagem. No caso dos solos sob vegetação de Cerrados, ácidos e de baixa fertilidade, alguns nutrientes desempenham papel fundamental na sustentabilidade da produção. Um dos nutrientes mais importantes é o fósforo. Pesquisas efetuadas na Embrapa Gado de Corte têm demonstrado que em grande parte dos casos, os baixos teores iniciais de P ou a queda destes, após algum tempo de exploração, afetam diretamente a produção. Uma vez corrigido o P, com a aplicação simultânea de outros nutrientes essenciais, o nitrogênio passa a exercer papel fundamental na sustentabilidade da produção (Cadish et al. 1993; Macedo, 1997).

Renovação direta de pastagens seriam as ações relativas às praticas agronômicas aplicadas sobre pastagens degradadas para **substituir** a espécie presente e reverter o processo de degradação através da implantação de uma nova espécie forrageira. A renovação direta de pastagens é caracterizada principalmente pela tentativa de substituição de forrageiras sem a utilização de uma cultura intermediária.

Esta alternativa apresenta, de uma forma geral, problemas de ordem prática e econômica, pois as espécies forrageiras tropicais, mesmo quando a pastagem está em degradação, possuem um elevado banco de sementes no solo e altas taxas de crescimento relativo. Portanto, nem sempre as ações mecânicas de preparo do solo ou de dessecação das plantas por herbicidas são eficientes para permitir a implantação de uma nova espécie evitando a competição com plantas remanescentes da espécie

anterior. Esta competição pode ser elevada na fase inicial do estabelecimento da nova espécie ou no decorrer da utilização da pastagem, principalmente se houver alta seletividade sob pastejo animal.

Pode-se citar como exemplo de espécies agressivas e possuidoras de grandes bancos de sementes no solo, as do gênero *Brachiaria*. Uma renovação direta de pastagem muito utilizada recentemente tem sido a substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por espécies do gênero *Cynodon* (Coastcross, Tiftons, etc). Como estas últimas são implantadas por propagação vegetativa (mudas), a utilização de herbicidas do grupo das trifluralinas tem sido bastante eficiente para retardar o crescimento de novas plantas de *Brachiaria* das sementes existentes no solo e permitir o fechamento do estande com maior rapidez.

A ***recuperação indireta*** de pastagens degradadas pode ser compreendida como aquela efetuada por meio de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por certo período de tempo, *a fim de revigorar a espécie forrageira existente*.

As técnicas agronômicas podem variar desde a dessecação da pastagem com um herbicida e plantio direto de um pasto anual ou de uma lavoura anual, com cultivo mínimo, até o preparo do solo e plantio convencional dos mesmos. Após a utilização do pasto anual ou colheita de grãos da lavoura, deixa-se a pastagem retornar do banco de sementes existente ou procede-se a uma semeadura complementar para uniformizar a população de plantas.

O objetivo principal desta técnica é o de aproveitar a adubação residual empregada no pasto anual ou lavoura para recuperar a espécie de pastagem existente com menores custos. A produção de carne ou de leite obtida com o pasto anual, de forma intensiva, ou da venda dos grãos da lavoura amortizam em parte os custos de recuperação/renovação da pastagem.

A ***renovação indireta*** de pastagens, por sua vez, pode ser entendida como aquela efetuada através de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por certo período de tempo, *a fim de substituir a espécie forrageira existente* por outra de melhor valor nutritivo ou com diferentes características que as da espécie em degradação.

A ILP e ILPF, são alternativas que se enquadram tanto na recuperação indireta, como na renovação indireta de pastagens, como apresentado na Figura 7. No entanto, é preciso ter-se em mente que sua implantação deve respeitar os limites dos estádios de degradação das pastagens, sendo mais eficiente e de sucesso, quando instaladas nas fases de perda de vigor e ou manutenção, e no início da degradação das pastagens.

Pastagens em estádios avançados de degradação precisam, em primeiro lugar, terem os seus solos recuperados em sua fertilidade e na sua conservação, o que, na maioria dos casos, exige preparo de solo, terraceamento e incorporação de corretivos e fertilizantes. Com os solos recuperados, pode-se dar início ao processo de introdução dos sistemas de integração, por meio de uma pastagem anual, consorciada ou não com uma forrageira perene, ou por uma forrageira perene em monocultivo. O início do sistema quando

feito por uma cultura anual de grãos deve ser estabelecido com cautela, observando-se as exigências nutricionais da cultura e sua adaptação e potencial de produção no local, principalmente se for área pioneira no cultivo de grãos.

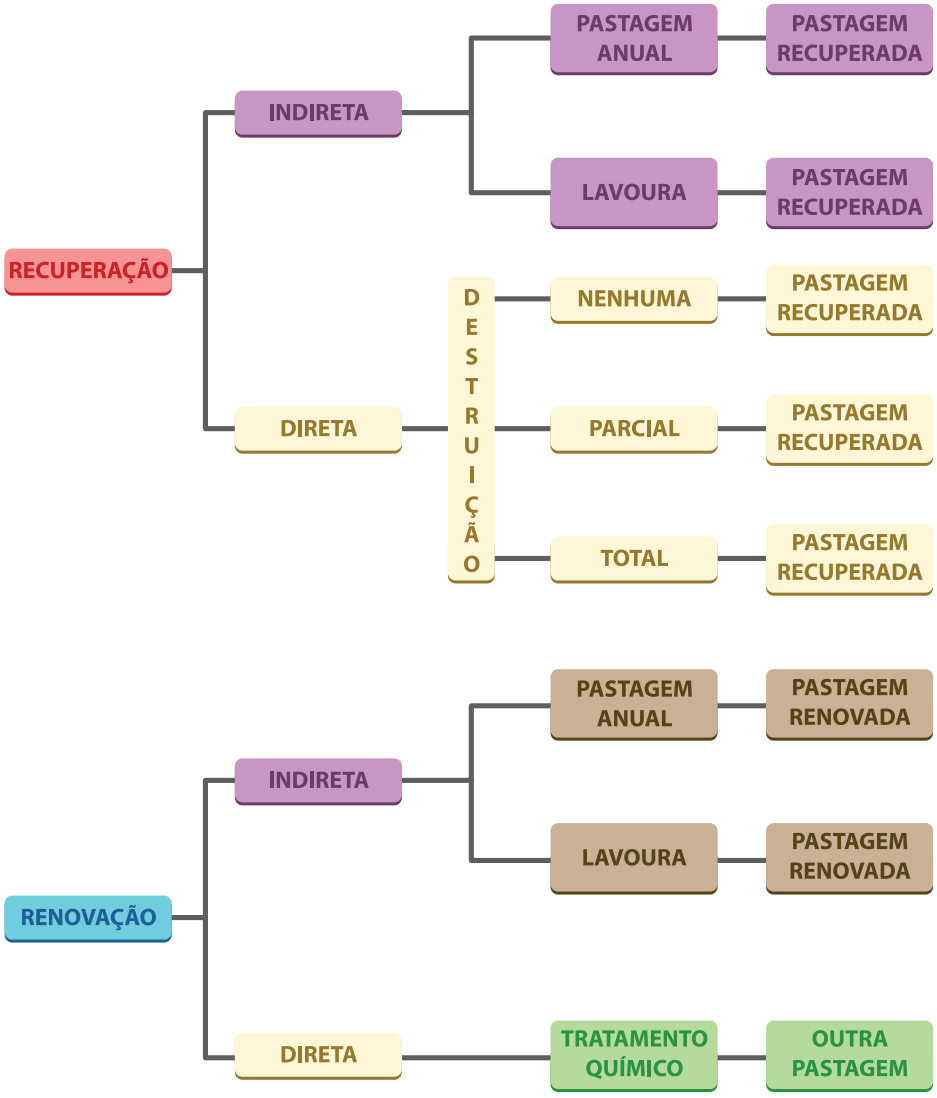


Figura 7. Esquema simplificado de alternativas de recuperação e renovação de pastagens.
Fonte: Macedo (2001a).

Um esquema que ilustra possíveis operações e sequências de atividades no uso da ILP para recuperação de pastagens é apresentado na Figura 8.

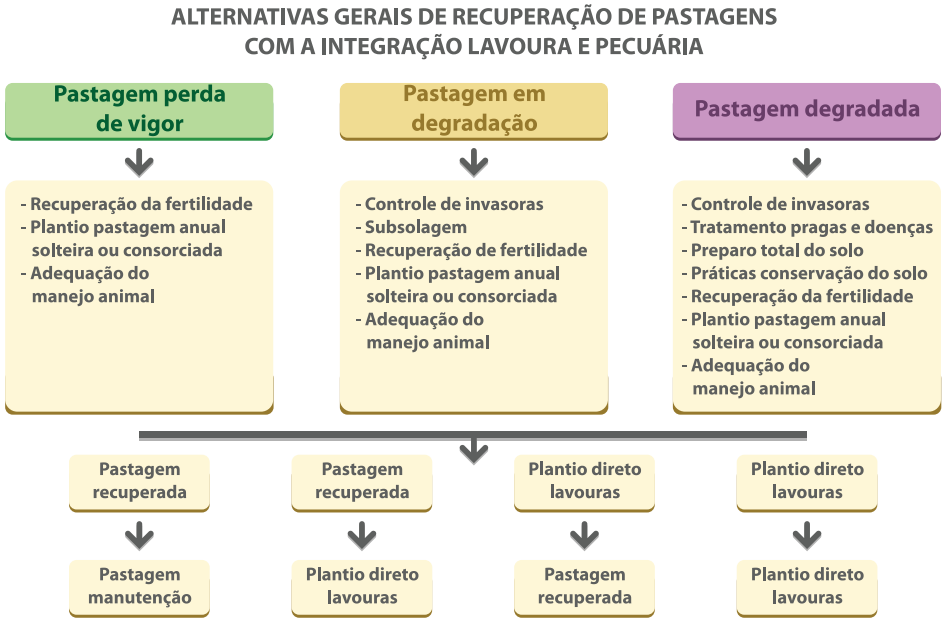


Figura 8. Esquema simplificado de alternativas de recuperação e renovação de pastagens com o uso da integração lavoura-pecuária.

Sistemas de integração lavoura-pecuária como alternativa para recuperação de pastagens degradadas

A utilização de lavouras de grãos e pastagens anuais tem sido, há longo tempo, uma prática cultural nos processos de recuperação ou renovação de pastagens cultivadas. A condução eventual dessas atividades pelo produtor, ou por parceiros e arrendatários, pode ser apenas uma estratégia para diminuir custos e retornar rapidamente para sua atividade principal de produção animal (Macedo; Zimmer, 1990; Kluthcouski et al., 1991; Zimmer et al., 1999).

No entanto, recentemente tem crescido uma alternativa diferenciada e muito eficiente, porém mais complexa, de manutenção da produtividade e de recuperação/renovação indireta de pastagens que é a ILP, onde a introdução de lavouras não é eventual, mas parte integrante de um sistema de produção de grãos e de produção animal que interage e se completa biológica e economicamente. Salientando que a introdução desse sistema deve ser baseada em diagnóstico detalhado do estabelecimento rural e sua região, para certificar-se de sua aptidão para o sistema.

Este sistema permite o uso mais eficiente dos insumos, máquinas e mão-de-obra na propriedade agrícola, além de diversificar a produção e o fluxo de caixa dos produtores. Evidentemente que alguns requisitos são necessários para implementar o sistema, tais como, máquinas e implementos agrícolas mais diversificados, infraestrutura de estradas e armazéns, mão-de-obra qualificada, domínio da tecnologia de lavouras anuais e pecuária, além de

conhecimento mais apurado do mercado agropecuário. A ILP permite sistemas de exploração em esquemas de rotação, onde se alternam anos ou períodos de pecuária com a produção de grãos ou fibras, utilização de produtos e subprodutos na alimentação animal, etc. numa mesma área (Zimmer et al., 1999; Euclides et al., 1994b; 1995; Macedo, 2009).

Do ponto de vista da agricultura, os sistemas de integração podem trazer vários benefícios, pois o monocultivo e práticas culturais inadequadas têm também causado queda na produtividade, degradação do solo e dos recursos naturais.

Sistemas contínuos e de monocultivos, entretanto, aceleraram o aumento e a ocorrência de pragas e doenças, tais como o percevejo castanho da soja, o cancro da haste, o nematóide das galhas e o nematóide do cisto, com inúmeros prejuízos à sojicultura (Yoronori et al., 1993; Mendes, 1993). O nematóide do cisto, segundo Mendes (1993), foi identificado na sua maioria em áreas com 10-12 anos de monocultivo de soja.

Outro sério problema do monocultivo, associado ao mau manejo do solo, é a concentração da fertilidade nas camadas superiores. Nessas condições, a saturação por bases é excessivamente alta, causando deficiência de micronutrientes, como o manganês, na soja. A distribuição das raízes no perfil do solo fica também concentrada na superfície, tornando a cultura mais vulnerável aos veranicos.

Por outro lado, a ILP já é praticada há anos em muitos países. A utilização de resíduos de culturas na alimentação dos animais ou o pastejo das restevas de lavouras também são práticas frequentes em uso em várias regiões do Brasil, sobretudo no sul do País. Do ponto de vista das propriedades físicas e químicas do solo, nesses sistemas há uma melhoria na fertilidade pela ciclagem dos nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação. As melhorias nas propriedades físicas são por exemplo aumento da estabilidade dos agregados, diminuição da densidade aparente, da compactação, e no aumento da taxa de infiltração de água.

Vilela et al. (2001) apresentaram resultados positivos de produção animal e de melhoria de propriedades do solo quando utilizaram a ILP na fazenda Santa Terezinha, em Uberlândia, MG. Estes avaliaram a evolução do uso do solo, lotação e produção animal entre 1983 e 1996, com a introdução da ILP. Alguns resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Evolução da produção animal, área de pastagens e lavouras em um sistema integrado de lavoura-pecuária[1]

Anos	Número Animais	Lotação Animal	Pastagem após Cerrado	Pastagem após lavoura	Lavoura
	n.º cabeças	animal/ha	% da área total		
1983	1094	1,1	100	0	0
1988	821	1,9	58	29	13
1992	1150	2,3	0	41	59
1996	1200	3,2	0	36	64

[1] Área total de 1014 ha.
Fonte: Adaptado de Vilela et al. (2001).

Os mesmos autores destacam a melhoria das propriedades físicas do solo, como a estabilidade de agregados. Pastagens plantadas em sequência a lavouras de soja aumentaram rapidamente a estabilidade de agregados, superando inclusive a vegetação natural, comprovando o importante papel do extenso e profundo sistema radicular das gramíneas forrageiras na agregação de partículas do solo (Figura 9). O teor de matéria orgânica do solo na rotação também evoluiu, passando de 0,84 - 0,94% nas áreas de exploração contínua de lavouras para 1,23% na sequência lavoura-pastagem.

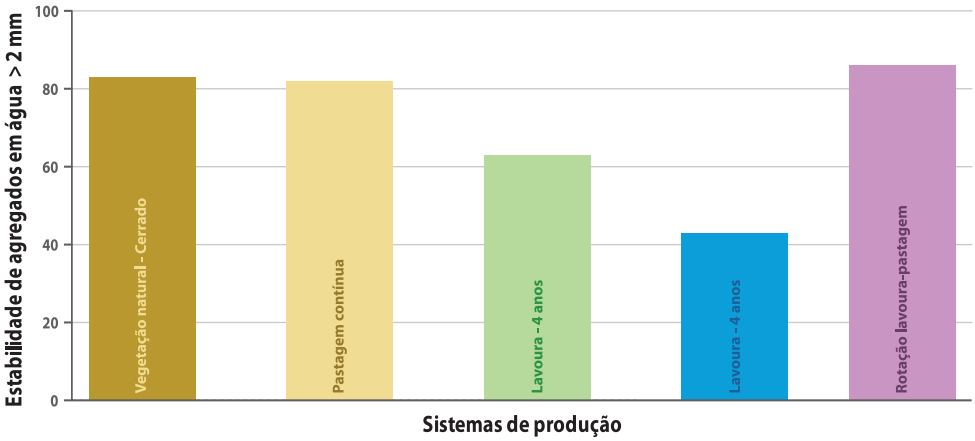


Figura 9. Porcentagem de estabilidade de agregados em água (> 2 mm) em diferentes sistemas de produção e de manejo em Latossolo, textura média, Uberlândia, MG.

Fonte: Vilela et al. (2001).

A Embrapa Gado de Corte vem desenvolvendo desde 1993/1994 um experimento de longa duração onde estão sendo estudados sistemas integrados e em rotação de lavoura-pecuária. Estes sistemas são comparados a sistemas contínuos de pecuária e de lavoura, com o objetivo de comparar a eficiência agronômica e econômica, bem como avaliar a sustentabilidade da produção dos diferentes sistemas. Tem-se também, como objetivo, determinar alguns indicadores da qualidade do solo e da sustentabilidade.

É importante ressaltar que esse projeto foi implantado em uma área de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*, que foram recuperadas ou renovadas por meio de diferentes tratamentos com adubação, calagem e tratos mecânicos; renovação com troca de espécies, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, com plantio de soja ou milho, etc. de acordo com os diferentes tratamentos. Uma área de vegetação natural e uma área de pastagem degradada estão sendo mantidas como testemunhas para comparações.

Os tratamentos principais são constituídos por cinco sistemas de produção: **S1**- Pastagem Contínua; **S2**- Lavoura Contínua; **S3**- Pastagem 4 anos- Lavoura 4 anos; **S4**- Lavoura 4 anos - Pastagem 4 anos; **S5**- Lavoura 1 ano- Pastagem 3 anos (estabelecida no 2º ano sem ou com lavoura de milho). Estes sistemas são subdivididos em subsistemas que compreendem métodos de preparo de solo e

sistemas de plantio, convencional e direto, cultivo de verão e de verão + inverno, adubação de manutenção de pastagens e cultivo consorciado ou não com leguminosas forrageiras, em um total de 12 tratamentos.

Resultados de análise da fertilidade do solo, em sistemas tradicionais e de ILP no decorrer do tempo, com relação ao fósforo disponível em Mehlich-1, são apresentados na Figura 10, e mostram que, embora sistemas contínuos de lavoura (LC) elevem consideravelmente os teores de P do solo, SILPs como: S4 e S5, também podem fazê-lo de forma econômica, principalmente com adubação de manutenção moderada das pastagens (esta prática não foi utilizada no exemplo apresentado).

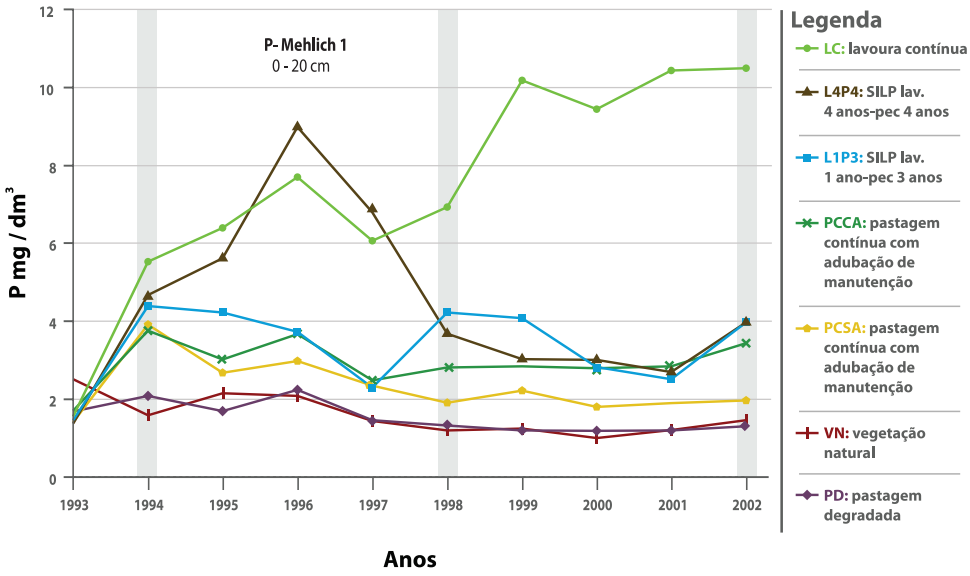


Figura 10. Dinâmica dos teores de fósforo do solo (Mehlich-1) na camada de 0 a 20 cm, em sistemas convencionais e de integração lavoura-pecuária em um Latossolo Vermelho Distrófico em Campo Grande, MS.

Fonte: Macedo (2005).

Resultados de análises de algumas propriedades físicas do solo, estabilidade de agregados, resistência à penetração e taxa de infiltração de água, mostraram o grande papel das gramíneas forrageiras em melhorar essas propriedades. Pode-se observar que mesmo com apenas um ano de implantação da pastagem (1999), após 4 anos de lavouras, a estabilidade de agregados do solo (Figura 11) foi substancialmente incrementada pela ação do sistema radicular das gramíneas.

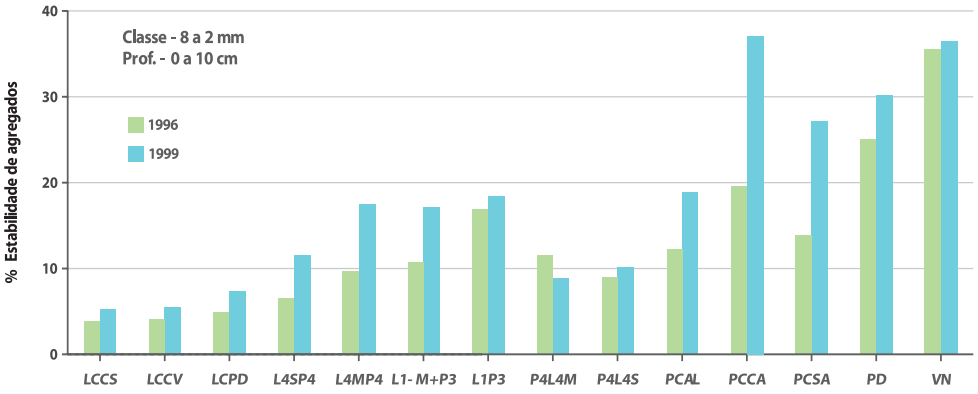


Figura 11. Porcentagem de agregados do solo (8 a 2 mm de diâmetro) estáveis em água, na camada de 0 a 10 cm de profundidade em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, sob diferentes manejos, em sistemas contínuos de pastagens e lavouras e de sistemas integrados de lavoura e pecuária em Campo Grande, MS.

Fonte: Macedo (2009).

Em experimento efetuado por Salton (2005), foram demonstrados os benefícios dos sistemas de ILP, também denominados SILPs, com relação ao estoque de carbono e à agregação do solo. Fica evidente a importância das gramíneas forrageiras na rotação e no sistema de plantio direto, associados aos SILPs, na região dos Cerrados (Tabela 2 e Figura 12). Os SILPs apresentam estoque em posição intermediária em relação à vegetação natural e às pastagens de uso contínuo, mas com manejo adequado de reposição de nutrientes e ajuste de lotação animal. Nessa ocasião, as pastagens com leguminosas implantadas em 1993/94 já possuíam um estoque de carbono superior à vegetação nativa (Tabela 2).

Tabela 2. Estoque de carbono orgânico no solo de camadas de um Latossolo Vermelho em Campo Grande-MS, submetido a sistemas de manejo durante 11 anos.

Prof.	L-PC[1]	L-PD[2]	S1P3[3]	S4P4[4]	PP[5]	PP+L[6]	VN[7]
(cm)	Mg ha^{-1}						
0 a 2,5	4,8 d	6,2 cd	7,8 c	7,2 c	6,6 c	12,0 a	10,0 b
2,5 a 5	5,1 d	5,5 cd	7,0 b	6,2 bc	7,2 b	8,7 a	6,7 b
5 a 10	13,5 abc	12,2 bc	12,8 abc	11,8 c	14,3 a	13,8 ab	13,6 abc
10 a 20	23,0 a	23,5 a	22,9 a	22,7 a	25,4 a	24,1 a	23,7 a
0 a 20	46, 3d	47,4 d	50,5 bcd	47,9 cd	53,5 abc	58,6 a	54,0 ab

[1]L-PC: lavouras em plantio convencional;
[2]L-PD: lavouras em plantio direto;
[3]S1P3: rotação soja por 1 ano – pastagem (*B. brizantha*) por 3 anos;
[4]S4P4: rotação soja por 4 anos – pastagem (*P. maximum*) por 4 anos;
[5]PP: pastagem permanente (*B. decumbens*);
[6]PP+L: pastagem permanente (*B. decumbens*) consorciada com leguminosas;
[7]VN: vegetação natural
Valores médios de 3 repetições. Letras iguais indicam diferença inferior a DMS 5% para a mesma camada.
Fonte: Salton (2005).

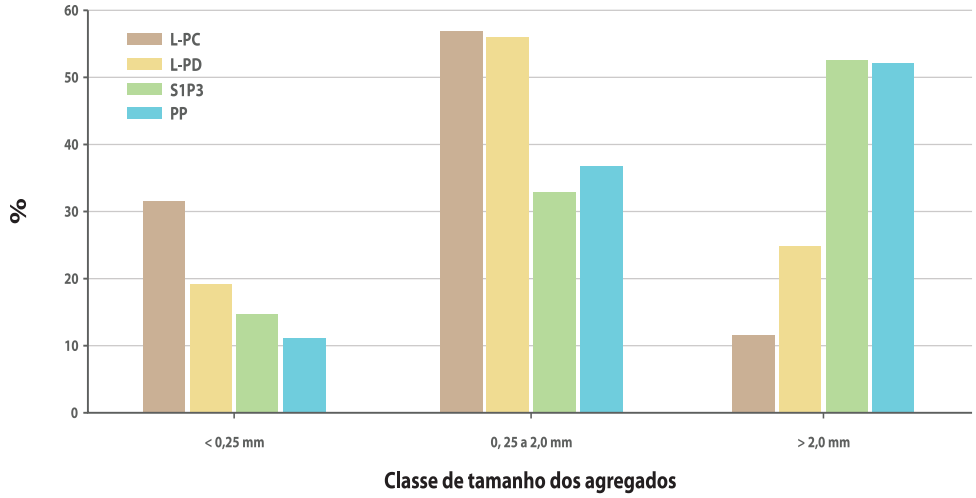


Figura 12. Distribuição dos agregados da camada de 0 a 5 cm, agrupados em 3 classes de tamanho para os sistemas de lavouras em preparo convencional (L-PC); lavouras em plantio direto (L-PD); rotação soja por 1 ano - pastagem (*B. brizantha*) por 3 anos (S1P3); pastagem permanente (*B. decumbens*) (PP).

Fonte: Salton (2005).

Em outro experimento de longa duração sobre SILPs, que está sendo realizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (Vilela et al., 2001), Marchão et al., (2007) efetuou estudos sobre as propriedades físicas do solo, estoque de carbono e a macrofauna, para avaliar a qualidade do solo dos SILPs comparados a sistemas tradicionais e contínuos de lavoura e pastagem, incluindo métodos de preparo de solo e SPD, com dois níveis de adubação de manutenção. Uma área de vegetação nativa foi tomada como referência. O autor constatou que os SILPs alteram alguns atributos físico-hídricos do solo, causando incremento na resistência à penetração e na densidade do solo pelo pisoteio dos animais durante a fase de pastagem na rotação, mas estes não foram fatores limitantes para a produção dos cultivos anuais subsequentes. Os SILPs contribuem para aumentar o armazenamento de água e a porosidade do solo, sobretudo no SPD. Os sistemas de uso e preparo do solo influenciaram nos estoques de carbono e de nitrogênio, sobretudo no SPD, mas não se observou efeito de nível de fertilização. Em relação à macrofauna do solo, os SILPs baseados em SPD e na rotação com pastagens consorciadas com leguminosas, apresentaram maior densidade e biodiversidade de espécies, oferecendo melhores condições para a sustentabilidade da qualidade do solo. Dentre as comunidades favorecidas pelo uso de SILPs destacam-se os gêneros *Oligochaeta* (minhocas) e *Coleoptera* (besouros coprófagos) que têm papel chave na estruturação do solo. A avaliação da macrofauna mostrou ser um bom indicador de qualidade do solo (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade (indivíduos/m^2), riqueza de espécies (número de morfo espécies) da macrofauna de invertebrados em sistemas integrados de rotação lavoura-pecuária, sistemas contínuos e em vegetação natural de Cerrado em Planaltina, DF.

Sistema de uso e preparo do solo	Espécies	
	Densidade (ind./m^2)	Riqueza (nº)
Vegetação Natural	4792	51
Pastagem contínua	1653	38
Lavoura contínua c/prep. solo	501	4
Lavoura contínua s/prep. solo	827	46
Pastagem – Lavoura c/prep. solo	616	22
Pastagem – Lavoura s/prep. solo	992	21
Lavoura-Pastagem c/prep. solo	1144	26
Lavoura-Pastagem s/prep. solo	3456	52

Fonte: Adaptado de Marchão et al. (2007).

Em outro estudo com as mesmas características, em um experimento de longa duração, também sobre avaliação de SILPs, conduzido na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Silva et al. (2008) obtiveram resultados similares. A conclusão do trabalho foi que os SILPs permitem a recomposição da comunidade da macrofauna invertebrada do solo.

Com relação à interação entre atributos físicos e químicos do solo com a densidade e riqueza da macrofauna, Lourente et al. (2007) observaram em área de fazenda no Mato Grosso do Sul, que já utiliza SILPs e SPD há vários anos, que não houve correlação entre densidade de indivíduos e atributos físicos do solo, mas esta mostrou-se influenciada por algumas propriedades químicas. Dentre estas correlações positivas destacam-se as existentes entre os teores de P no solo (Mehlich-1), minhocas e larvas de coleópteros com os teores de matéria orgânica.

Alguns trabalhos disponíveis na literatura mostram as vantagens econômicas dos SILPs sobre os sistemas tradicionais contínuos e suas possibilidades na recuperação de pastagens, como os de Costa e Macedo (2001), Cobucci et al. (2007), Muniz (2007), Martha Jr. et al. (2008). A maioria desses trabalhos mostra que os SILPs apresentam vantagens em diversos indicadores de viabilidade econômica como taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL).

Os benefícios relativos ao desempenho animal em sistemas de integração também são expressivos. Na Tabela 4, são apresentados resultados de ganho de peso animal, em experimento de longa duração da Embrapa Gado de Corte, onde estão sendo testados diferentes sistemas de produção em um Latossolo Vermelho argiloso da região do Cerrado, que teve inicio com a recuperação das pastagens degradadas e, ao longo do tempo, utilizando-se dos SILPs como uma alternativa de recuperação.

Tabela 4. Produção animal em sistemas tradicionais de pastejo contínuo, sistema de integração lavoura-pecuária e pastagem degradada na região dos Cerrados em Campo Grande, MS.

Sistemas	Anos												
	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	Total	Média
	kg/ha												
SISTEMAS TRADICIONAIS													
B. decumbens													
PCSA	342	556	404	360	325	235	353	249	323	270	297	**3603**	**328**
PCCA	385	497	379	497	464	278	358	289	267	340	432	**4186**	**381**
PCAL	399	542	456	513	399	321	441	374	326	396	408	**4575**	**416**
SISTEMAS INTEGRADOS LAVOURA-PECUÁRIA													
Soja/sorgo - *P. maximun* Tanzânia													
L4-P4	-	-	-	-	686	414	399	-	483	464	522	**2968**	**495**
Soja/sorgo - Milho + *B. brizantha* Marandu													
L1-P3	-	842	522	-	-	358	393	-	-	484	486	**3085**	**514**
PASTAGEM DEGRADADA													
B. decumbens													
PD	68	90	116	111	177	73	185	127	178	201	224	**1550**	**141**

PCSA: pasto contínuo sem adubação de manutenção; PCCA: pasto contínuo com adubação de manutenção; PCAL: pasto contínuo com adubação e leguminosas; L4-P4: 4 anos de lavoura, seguidos de 4 anos de pastagem; L1-P3: 1 ano de lavoura seguido de 3 anos de pastagem implantada com milho; PD: pastagem degradada.
Fonte: Macedo; Zimmer (2007).

Neste experimento em andamento na Embrapa Gado de Corte, segundo Costa; Macedo (2001), nota-se que sistemas tradicionais de pastagem (PC), embora apresentem resposta à adubação de manutenção, quando comparados aos não adubados e à pastagem degradada, não apresentam a mesma eficiência econômica se comparados aos SILPs (L1P3 e L4-P4). As produções dos animais, nestes últimos, são adicionadas à venda de grãos das lavouras, contribuindo diretamente para maior eficiência dos sistemas de integração. Os efeitos indiretos, tais como melhoria das propriedades do solo, embora não computados, também são vantajosos para os SILPS.

Estudos de avaliação socioeconômica precisam incorporar metodologias que considerem a contabilidade ambiental nos SILPs, pois estes são alternativa para recuperação de áreas de pastagens degradadas, que somam extensa porção do território brasileiro. Sua adoção em maior escala poderia ajudar a evitar a abertura de novas áreas de fronteira, principalmente nas regiões do Cerrado e da Amazônia. A ILP permite a intensificação e o aumento da eficiência do uso da terra, proporcionando maiores produções, em menos tempo e em menor área, diminuindo inclusive as taxas de emissão de gases do efeito estufa por unidade de produto.

Considerações finais

A nova tendência dos SILPs é a incorporação de árvores nos sistemas, configurando o que se chama de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Trabalhos iniciais na Embrapa Gado de Leite, efetuados por Carvalho et al. (1997), onde o objetivo era ajustar forrageiras tropicais que melhor se adaptassem ao sombreamento, em sistemas silvipastoris, têm evoluído para sistemas agrossilvipastoris, onde o arranjo das linhas de árvores já leva em consideração o espaço necessário para o plantio de culturas e seus tratos culturais (Soares et al., 2009).

A implantação de fábricas de papel e celulose em solos de baixa fertilidade, onde preponderava a pecuária de corte, no Nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, por exemplo, e outras iniciativas especialmente em Minas Gerais para fornecimento de madeira para a siderurgia, têm incentivado o plantio de árvores. Esses cultivos são realizados em fileiras duplas ou triplas, espaçadas de 8 a 14 metros, dependendo do interesse do proprietário.

É importante ressaltar que espaçamentos maiores que 14 m favorecem o desenvolvimento da forrageira e consequentemente a produção animal, produzindo, todavia, menos madeira por área. Os sistemas de ILPF têm aumentado a possibilidade de integração de florestas com a agricultura e a pecuária, diversificando a renda do produtor rural.

Finalmente, são poucos os dados estatísticos sobre áreas utilizadas com SILPs, por isso não se tem a dimensão correta de sua extensão. Estima-se, todavia, que cerca de 5% da área de culturas anuais brasileiras já pratiquem, em algum grau, essa tecnologia. Exemplos práticos da aplicação desses sistemas podem ser encontrados e visitados em diferentes regiões do país, como em Maracaju-MS, Rio Verde-GO, Campo Mourão-PR, Rondonópolis-MT, Luis Eduardo Magalhães-BA, Uberlândia-MG, Pedro Afonso-TO e Assis-SP.

Referências

ADAMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, J. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados**: tecnologias e estratégia de manejo. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC; São Paulo: Nobel, 1986. p. 33-74.

ARRUDA, Z. J. **A bovinocultura de corte no Brasil e perspectivas para o setor**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 28 p. (Embrapa-CNPGC. Documentos, 60).

BIANCHIN, I. **Epidemiologia e controle de helmintos em bezerras a partir da desmama, em pastagem melhorada, em clima tropical do Brasil**. 1991. 162 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CADISH, G.; CARVALHO, E. F.; SUHET, A. R.; VILELA, L.; SOARES, W.; SPAIN, J. M.; URQUIAGA, S.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Importance of legume nitrogen fixation in sustainability of pastures in the Cerrados of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton, Austrália. **Proceedings**... New Zealand: Massey University, 1993. p. 1915-1916.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 25-42, 2007.

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, 2001, Japan. **Proceedings**... Japan: JIRCAS, 2001. p. 57-62. (JIRCAS Working Report, 19). Edited by Tsutomu Kanno; Manuel C. M. Macedo.

DUARTE, J. O.; MARTINS, J. C.; MATOSO, M. J. **Área de plantio direto e área plantada com sorgo no Cerrado**: existe alguma correlação entre elas? Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 151).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Recuperação de pastagens pela calagem e adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais**... Maringá, PR: SBZ, 1994a. p. 381.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES, K.; ARRUDA, Z. J.; FIGUEIREDO, G. R. **Suplementação a pasto**: uma alternativa para a produção de novilho precoce. Campo Grande, MS: EMBRAPA/CNPGC, 1994b. 2 p. (Carta-Resposta, 2). Mimeo.

EUCLIDES, V. P. B. **Algumas considerações sobre manejo de pastagens**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1995. 31 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 57).

LASCANO, C.; ESTRADA, J. Long term productivity of legume-based and pure pastures in the eastern plains of Colombia. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings**... Lexington, KY: University of Kentucky, 1989. p. 1179-1180.

LASCANO, C.; EUCLIDES, V. B. P. Nutritional quality and animal production of Brachiaria pastures. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. do (Ed.). **Brachiaria**: biology, agronomy and improvement. Cali: CIAT; Brasília, DF: EMBRAPA-CNPGC, 1996. 288 p. p. 106-123. (CIAT. Publication, 259).

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F.; SILVA, D. A.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarium Agronomy**, v. 29, n.1, p. 17-22, 2007.

MACEDO, M. C. M. Sustainability of pasture production in the savannas of Tropical America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg, Canada. **Proceedings**… Lexington, KY: University of Kentucky, 1997. p. 7-16.

MACEDO M. C. M.; ZIMMER, A. H. Implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão à soja em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais**... Campinas: SBZ, 1990. p. 290.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, jul. 2009. Suplemento especial. Edição dos Anais da 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos Cerrados do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais**.... Curitiba: UFPR; Porto Alegre: UFRGS; Columbus: Ohio State University, 2007. 24 p.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. In: CURSO de pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. 12 p.

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. **A produção animal e o foco no agronegócio**: anais. Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SA, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 873-882, jun. 2007.

MARTHA JR., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Economia de fertilizantes na integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, v. 17, n.4, p. 14-19, 2008.

MENDES, M. de L. O nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycine*). In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Cultura da soja nos cerrados**: anais. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 535 p. Editado por Neylson Eustáquio Arantes, Plínio Itamar de Mello de Souza.

MUNIZ, L. C. **Avaliação bio-econômica em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio: Desenvolvimento Sustentável) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PURISSIMO, C. Experiências do manejo de plantas daninhas no Sul/Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu, MG. **Palestras e mesas redondas**...Viçosa; SBCPD, 1997. p. 33-35.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 155 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERA, H. S. Assessing the spatial distribuition of cultivated pastures in the Brazilian Savanna. **Pasturas Tropicales**, v. 22, n. 3, p. 2-15, 2001.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, mar. 2009.

SPERA, S. T.; TÔSTO, S. G.; MACEDO, M. C. M. **Práticas de conservação de solos sob pastagens para Mato Grosso do Sul**: revisão bibliográfica. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 96 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 54).

VILELA, L.; AYARZA, M. A.; MIRANDA, J. C. C. Agropastoral systems: activities developed by Cerrados Agricultural Reseach Center (Embrapa Cerrados). In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, 2001, Japan. **Proceedings**... Japan: JIRCAS, 2001. p. 19-33. (JIRCAS Working Report, 19). Edited by Tsutomu Kanno; Manuel C. M. Macedo.

YORONORI, J. T.; CHARCHAR, M. J. D.; NASSER, L. C. B.; HENNING, A. A. Doenças da soja e seu controle. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Cultura da soja nos cerrados**: anais. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 333-390. Editado por Neylson Eustáquio Arantes, Plínio Itamar de Mello de Souza.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; EUCLIDES, V. B. P. Sistemas integrados de producción agropastoril. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMÉZQUITA, M. C.; AMÉZQUITA, E. (Ed.). **Sistemas agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina**. Cali, Colombia: CIAT; Brasília, DF: Embrapa, 1999. 313 p. p. 245-283. (CIAT. Publicación, 313).



Capítulo 21

Produção da lavoura em sistemas de ILPF

Flávio Jesus Wruck
Maurel Behling
Anderson Lange

Principais estratégias da ILPF envolvendo lavoura

A estratégia ILPF, na prática, contempla quatro modalidades de sistemas integrados de produção, as quais podem ser facilmente identificadas e, cada uma delas, é composta por um grande número de arranjos e modelos derivados ajustados às diferentes condições econômicas, sociais e culturais de quem as aplica. Assim, dentro do atual conceito de ILPF, estão contempladas: i. Integração Lavoura-Pecuária (ILP ou agropastoril); ii. Integração Pecuária-Floresta (IPF ou silvipastoril); iii. Integração Lavoura-Floresta (ILF ou silviagrícola), e; iv. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF ou agrossilvipastoril). Desta forma, a lavoura estará ausente apenas nos sistemas silvipastoris.

Integração lavoura-pecuária (ILP)

A ILP integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos agrícolas, dependendo principalmente do tipo de solo e da economicidade dos dois componentes. A ILP é a estratégia de ILPF mais utilizada no Brasil e, principalmente na região Centro-Oeste, em locais com a presença tanto de lavoura quanto de pecuária. Essa modalidade, que tem ótima aceitação principalmente pelos sojicultores, tem se tornado cada vez mais importante pela dificuldade dos pecuaristas em investir na reforma de pastagens e pela complexidade que os agricultores encontram na recuperação do potencial produtivo das lavouras, principalmente em razão de problemas relacionados com a redução da matéria orgânica do solo e com a ocorrência de doenças, notadamente as de solo.

A ILP é recomendada para áreas com aptidão para lavoura e pecuária com a ressalva de que nem toda área apta para pecuária o será para lavoura, mas que toda área apta para lavoura também o será para pecuária. No campo, são encontradas três grandes derivações da estratégia ILP, em diferentes arranjos, que se destacam: i. ILP-Reforma ou renovação de pastagem; ii. ILP-"Boi" safrinha ou "Boi" de 3ª safra, e; ILP-Rotação lavoura-pecuária.

ILP-Reforma ou renovação de pastagem

A ILP/reforma (quando mantém a mesma forrageira) ou a renovação da pastagem (quando ocorre a substituição da forrageira) é realizada na maioria dos casos através da implantação da lavoura, em sistema de plantio convencional ou no sistema de plantio direto (SPD) quando as condições da área e do solo permitirem. Nas áreas com pastagens degradadas usa-se graníferas tais como arroz de terras altas (na maioria das vezes), soja (quando o mercado favorecer, pois normalmente a produtividade é reduzida), milho (raramente) e outras. Normalmente a lavoura é cultivada por um ou dois anos, sendo sucedida por milho safrinha com forrageira ou rotacionada no ano agrícola seguinte pela forrageira que formará a pastagem renovada ou reformada (Figura 1). Esta derivação da estratégia ILP é recomendada para áreas tradicionais de pecuária que podem ser mecanizáveis, tais como as regiões Norte e Noroeste de Mato Grosso.



Fotos: Flávio Jesus Wruck

Figura 1. Diagrama fotográfico da renovação de pastagem.

ILP-"Boi" safrinha ou "Boi" de 3ª safra

A ILP-"Boi" safrinha ou "Boi" de 3ª safra é normalmente utilizada em fazendas especializadas em lavouras de grãos e que utilizam gramíneas forrageiras, solteiras ou consorciadas na 2ª safra, para melhorar a cobertura de solo em sistema de plantio direto e, também, para a produção da forragem a ser usada na alimentação de bovinos na entressafra, caracterizando o "boi" safrinha ou boi de 3ª safra.

O sistema "boi" safrinha é recomendado para regiões lavoureiras com restrições pluviométricas na 2ª safra de graníferas, normalmente de milho, tais como Vale do Araguaia (MT), sul do MT e a maior parte do Cerrado brasileiro (Figura 2). Ainda em regiões lavoureiras, sem restrições pluviométricas, pode ser recomendado no "fechamento" da 2ª safra e, também, por razões econômicas muito favoráveis à pecuária.

Já a ILP-"Boi" de 3ª safa é recomendado para regiões lavoureiras, sem restrições pluviométricas para a 2ª safra do consórcio de graníferas com capim forrageiro (milho com *B. ruziziensis* na maioria dos casos, ou suas alternativas), tais como no médio Norte e Noroeste do MT, no Vale do Xingu (MT) e na região de Rio Verde (GO). Após a colheita da cultura granífera entre junho e julho, na maioria dos casos, os bovinos são introduzidos na área para pastejar a resteva da granífera, bem como a forrageira formada no consórcio, até o início do próximo período chuvoso.

Fotos: Marcelo Volf



Figura 2. Diagrama fotográfico da renovação de pastagem.

ILP-Rotação lavoura-pecuária

A ILP-Rotação lavoura-pecuária acontece mais frequentemente em fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação entre pastagem e lavoura com objetivo de intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Nesses casos, a propriedade é dividida em partes e, durante determinados períodos preestabelecidos, as áreas de lavoura podem ser utilizadas como áreas de pecuária e vice-versa. Esta derivação da ILP é recomendada para regiões lavoureiras, tornando indispensável para aquelas com solos de textura arenosa (10 a 25% de argila) que almejam produzir grãos de forma economicamente viável, tais como oeste dos Estados da Bahia e de São Paulo e Sul do Mato Grosso do Sul. O sistema "São Matheus" (Salton et al., 2013), desenvolvido pela Embrapa, é um exemplo típico da ILP-Rotação lavoura-pecuária e uma excelente ferramenta tecnológica para exploração sustentável de solos arenosos.

A ILP, na forma de rotação lavoura-pecuária, pode ser alocada na propriedade rural sob diferentes arranjos. Dentre os mais utilizados, estão a rotação formada por dois anos de lavoura seguidos por dois anos de pecuária cuja proporção, em área, equivale a 50% de lavoura e 50% de pecuária na safra (Figura 3) e aquela formada por três anos de lavoura seguidos por dois anos de pecuária cuja proporção, em área, equivale a 60% de lavoura e 40% de pecuária na safra (Figura 4).

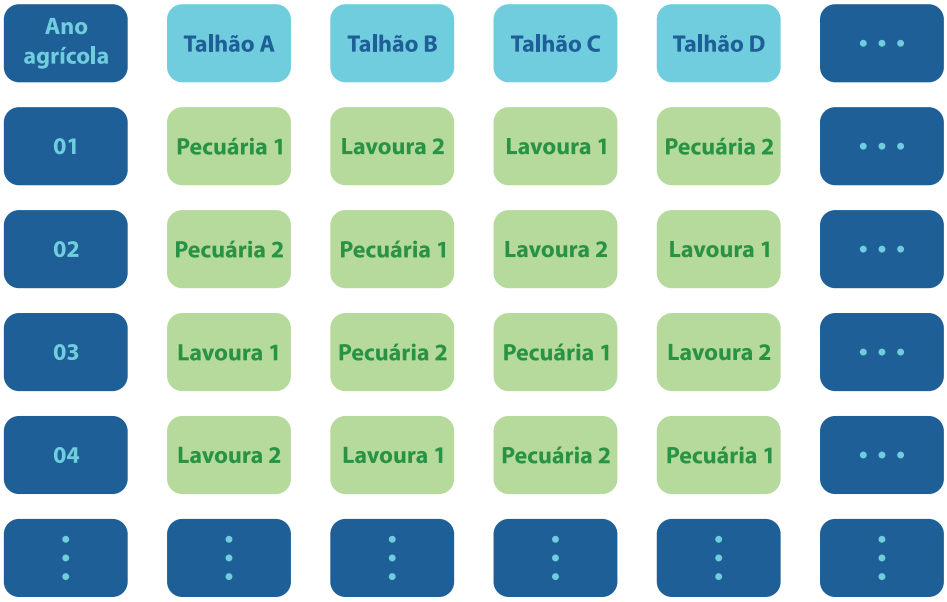


Figura 3. Esquema da ILP na forma de rotação tetra anual entre lavoura e pecuária com áreas iguais na safra, sendo que o número após o componente, significa o ano da sequência de ocupação da terra por esse componente dentro de um ciclo de rotação quadrianual.

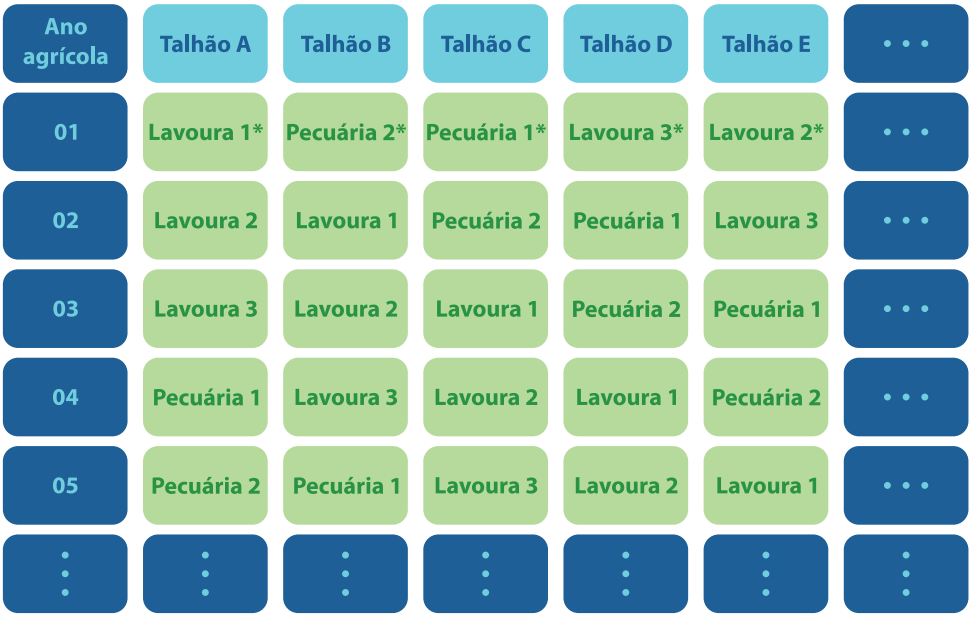


Figura 4. Esquema da ILP na forma de rotação penta anual entre lavoura e pecuária com 60% da área ocupada com lavoura e 40% com pecuária na safra, sendo que o número após o componente, significa o ano da sequência de ocupação da terra por esse componente dentro de um ciclo de rotação penta anual.

* número de anos ocupados pelo componente dentro de um ciclo de rotação penta anual.

Integração lavoura-floresta (ILF)

O sistema silviagrícola integra o componente florestal e o agrícola, através da consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas, anuais ou perenes. Quando se tem lavoura e árvores na mesma área, o foco é a oportunidade de produzir "novos produtos e serviços" em uma área que antes produzia somente grãos ou produtos florestais. Neste caso, a lavoura amortiza total ou parcialmente o custo de implantação do componente florestal, antecipando a entrada de receitas e reduzindo o tempo necessário para quitar o investimento inicial, quando comparado ao sistema silvícola. Ainda é caracterizada por ser menos complexa e viabilizar serviços ambientais, tais como controle de plantas daninhas nos entre renques do componente florestal pela lavoura, otimização no uso de fertilizantes, aumento na reciclagem de nutrientes pelo componente florestal e possível fixação biológica de nitrogênio, quando utilizadas espécies leguminosas no componente agrícola.

A ILF é indicada para áreas mecanizáveis onde as espécies florestais utilizadas, como por exemplo a seringueira (Figura 5) ou jabuticabeira, não permitem a entrada dos animais de grande porte (bovinos, bubalinos e/ou equinos), devido aos danos que estes podem causar ao sistema de produção dos produtos utilizados pela indústria de beneficiamento vegetal (borracha, frutos, etc.). Nestes casos é muito importante observar o espaçamento entre as árvores que permita a passagem de luz para o sub-bosque.

Fotos: Flávio Jesus Wruck

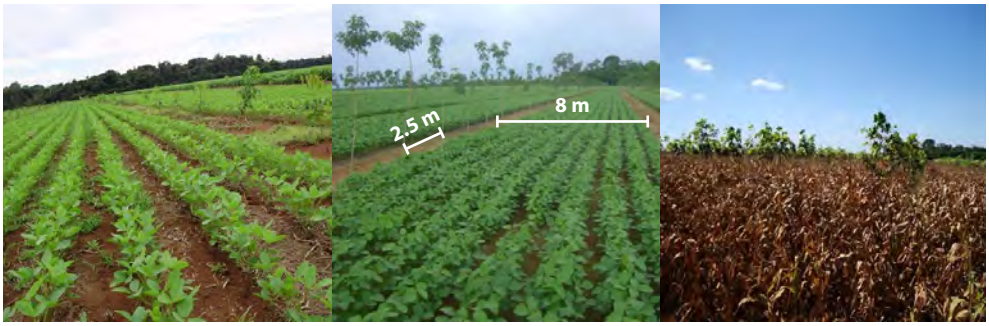


Figura 5. Sistema ILF (soja/milho e seringueira) na Fazenda Certeza, Querência, MT.

Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

O Sistema Agrossilvipastoril integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, ao longo de um ciclo definido de produção agrícola, invariavelmente, definido pelo componente florestal. A mais complexa das modalidades de integração representa uso intensivo do solo. Quando se tem árvores, grãos, forrageiras e animais na mesma área, o foco é a oportunidade de oferecer "novos produtos e serviços" em uma área que antes oferecia somente produtos de origem vegetal, animal ou silvícola isoladamente. Nesta modalidade, as opções de lavoura amortizam o custo de implantação dos componentes florestal e pecuário que, por sua vez, geram renda ao médio e longo prazo equilibrando, deste modo, o fluxo financeiro do sistema. A ILPF é indicada para áreas com múltiplas aptidões (lavoura, pecuária e silvicultura) exploradas por produtores rurais que buscam novos conhecimentos e desafios e que vislumbram, neste sistema, a possibilidade de aumentar o retorno econômico de sua

atividade. No campo, a ILPF tem sido uma grande opção na renovação/reforma de pastagens degradadas, em seus diferentes níveis, em áreas mecanizáveis com solo apto para lavoura (Figura 6). Nestes casos, depois de corrigido, o solo recebe o componente florestal consorciado com a lavoura implantada no sistema de plantio direto (quando as condições físicas do solo permitirem) ou convencional, permanecendo nesta fase de um a cinco anos, ou mais, dependendo da taxa de crescimento e do manejo adotado no componente florestal. A partir de então, a lavoura é substituída pela pecuária, dando início à fase silvipastoril (pastagem arborizada) do sistema que permanecerá até o corte raso do componente florestal, fechando o ciclo produtivo do sistema integrado.



Fotos: Flávio Jesus Wruck

Figura 6. Pastagem em degradação renovada com ILPF na Fazenda Gamada, Nova Canaã do Norte, MT.

Principais características do componente lavoura dentro dos sistemas integrados

A lavoura, nas suas mais diferentes opções, apresenta características e nuances fundamentais para os sistemas integrados de produção agrícola. As principais são sua elevada capacidade de amortizar o investimento inicial de qualquer sistema integrado, de proporcionar maior flexibilidade técnica e econômica dentro dos sistemas ILPF e de mitigar os efeitos antrópicos indesejados, além de, invariavelmente, apresentar efeitos econômicos e sociais mais relevantes e de ser a componente principal para correção, adubação e dimensionamento dos sistemas ILPF.

O ciclo mais curto entre os componentes e, consequentemente, o retorno econômico mais rápido (em torno de quatro meses) transforma a lavoura no principal amortizador do aporte financeiro inicial do sistema ILPF, caracterizado por ser um investimento de médio a longo prazo. Quanto maior for a receita líquida do componente lavoura nos primeiros anos dentro do sistema integrado, menor será o tempo de retorno do investimento inicial que, em média, fica entre o 3º e 6º ano após a implantação do projeto no campo (Figura 7).

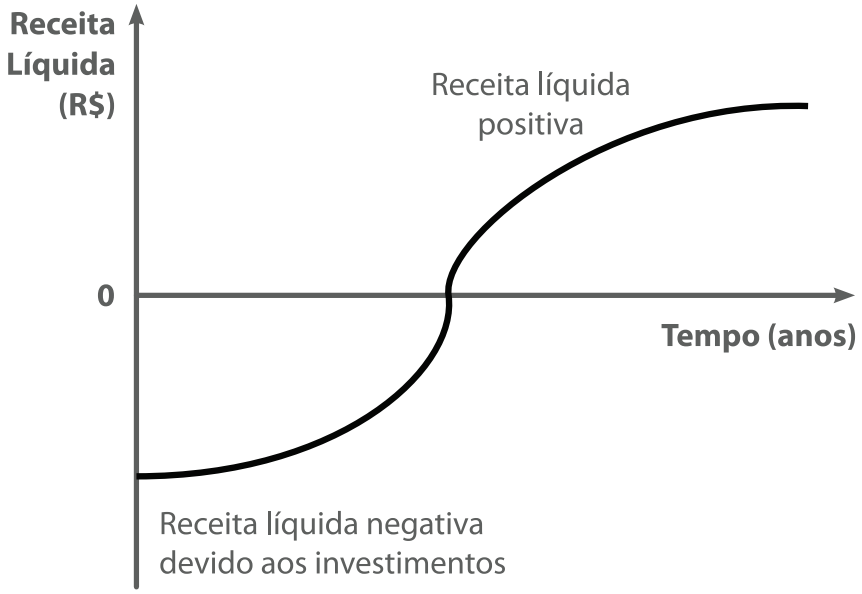


Figura 7. Perfil característico do fluxo financeiro de um projeto ILPF.

Essa característica é relevante na integração lavoura-pecuária, pois tanto viabiliza um produtor de grãos entrar na pecuária, cujos custos iniciais para aquisição dos animais e implantação de cercas, bebedouros, currais, etc., são elevados, quanto para os pecuaristas na reforma/renovação das pastagens utilizando a lavoura. Mesmo os pecuaristas que não desejarem entrar na atividade agrícola, em função dos elevados investimentos iniciais, podem arrendar temporariamente ou fazer parcerias em suas áreas com agricultores sendo usualmente um bom negócio para ambas as partes. Já nos sistemas envolvendo o componente florestal, a receita líquida inicial da lavoura torna-se ainda mais relevante, pois os investimentos iniciais com aquisições de mudas, plantio e condução das mesmas até as primeiras receitas desse componente são altíssimos, podendo inviabilizar o investimento em áreas maiores para pequenos e médios produtores rurais.

A lavoura proporciona uma maior flexibilidade técnica e econômica dentro dos sistemas ILPF, pois pode, quando associada à pecuária, variar em pouquíssimo tempo (cerca de quatro meses) o tamanho da sua área dentro do sistema. Assim, sob condições econômicas favoráveis, sua participação dentro do sistema pode ser ampliada ou, reduzida, caso o ambiente econômico se torne desfavorável. Além da variação na área, existem outros aspectos muito importantes dessa flexibilidade, tais como:

- Elevado número de espécies, cultivares ou variedades;

- Diferentes ciclos dentro da mesma espécie, tanto para safra quanto para safrinha;
- Possibilidade de uma mesma espécie para diferentes finalidades (sorgo para pastejo ou para silagem ou granífero, milho granífero ou para silagem, entre outras);
- Existência, para a mesma espécie lavoureira, de materiais convencionais e transgênicos (soja, milho, arroz, entre outros)

Tudo isso faz o componente lavoura proporcionar uma infinidade de configurações (arranjos) para os sistemas ILPF, tornando-os flexível técnica e economicamente, com grande potencial de se ajustarem aos momentos econômicos do mercado.

Outra característica importante da lavoura é seu grande potencial mitigador dos efeitos antrópicos indesejados no sistema. Como casos relevantes, citam-se a presença de grande quantidade de nematóides em uma determinada área que pode ser reduzida por culturas graníferas mitigadoras (exemplo do *Pratylenchus brachyurus* x *Crotalaria ocrholeuca*). Outro caso ocorre em solos compactados onde pode ser utilizado o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), geralmente na safrinha, solteiro ou consorciado com braquiária (normalmente *B. ruziziensis*), para pastejo de bovinos e descompactação do solo. Por fim, outro caso clássico é a utilização de espécies graníferas leguminosas na safra (soja, feijoeiro-comum, entre outros) ou safrinha (feijão-caupi, crotalárias, entre outras) para aporte de nitrogênio em solos pobres e/ou exauridos deste nutriente.

O componente lavoura apresenta, normalmente, os maiores efeitos econômicos e sociais, pois o setor demanda grande quantidade de mão-de-obra, ou seja, é o maior gerador de empregos entre os componentes da ILPF; apresenta a maior cadeia de produção e, consequentemente, é o maior distribuidor de riqueza e renda entre os componentes da ILPF. Todos esses fatos transforma a ILPF, quando comparada aos sistemas isolados da pecuária e da silvicultura, em uma atividade que proporciona a maior fixação do homem no campo e o menor êxodo rural.

Por fim, a lavoura se caracteriza por ser a componente referência para correção, adubação e dimensionamento dos sistemas ILPF. Na maioria das vezes, as espécies agrícolas são mais exigentes em relação à correção e a adubação do solo. Assim, as áreas dos sistemas ILPF são corrigidas e adubadas de acordo com as demandas da lavoura que, por sua vez, fornece adubos residuais aos demais componentes. Evidentemente adubações pontuais devem ser ajustadas para o componente florestal. Além disso, a infraestrutura utilizada na lavoura, notadamente as dimensões dos pulverizadores e das colheitadeiras, é considerada imprescindível no dimensionamento dos sistemas integrados que contém o componente florestal (ILF ou ILPF).

Principais critérios utilizados na seleção das culturas agrícolas para sistemas integrados

A seleção das culturas para lavoura faz parte do processo de implantação dos sistemas ILPF que contém este componente não podendo, desta maneira, ser analisado de forma isolada. Assim, é de extrema importância para o sucesso de qualquer projeto ILPF que alguns passos para sua implantação, condução e avaliação dentro da propriedade rural, sumarizados a seguir, sejam seguidos rigorosamente.

1º Passo - Diagnóstico do estabelecimento rural. Algumas informações que devem ser levantadas nesse diagnóstico são as condições edáficas (relevo, textura, classificação, atributos de fertilidade do solo, vegetação atual, entre outras), as condições climáticas (temperatura máxima, média e mínima, pluviosidade, insolação, alinhamento do sol em cada estação do ano, entre outras); a disponibilidade de máquinas e implementos agrícolas (tratores, arados, pulverizadores, semeadoras, colhedoras, entre outros); a infraestrutura geral disponível (cercas, curral, silos, barracão, disponibilidade de água potável para os animais); a disponibilidade e o custo da mão de obra; disponibilidade e custo dos recursos financeiros; o interesse do produtor pelo sistema, e; o mercado regional e/ou local para a comercialização dos diferentes produtos demandados e gerados pelo sistema integrado.

2º Passo - Planejamento da ILPF dentro do estabelecimento. Ao final do diagnóstico, o produtor rural, eventualmente acompanhado de um consultor especialista em ILPF terá o conjunto de informações necessárias à avaliação dos negócios desenvolvidos na propriedade, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista econômico. Assim, munido dessas informações, poderá desenvolver o planejamento ou projeto, de forma a contemplar os novos sistemas produtivos possíveis de serem executados, tendo como base a ILPF. Nesta fase, quatro perguntas devem ser respondidas com muita precisão:

1) **Qual/o quê?** - Qual raça; qual espécie/cultivar/variedade de cultura anual; o que plantar de árvores; qual a área de cada componente dentro do projeto?;
2) **Por quê?** - Finalidade e vantagens/desvantagens de cada escolha anterior;
3) **Como e quando implantar cada escolha anterior?** - Escolha da área, controle de formigas e cupins, preparo do solo, arranjos, espaçamentos, correção e adubação do solo, época de semeadura e plantio, implantação de cercas, bebedouros e comedouros, dentre outros;
4) **Como manejar?** - Cuidados zootécnicos, disponibilidade de água para os animais, tratos culturais e silviculturais, proteção florestal, prevenção ao fogo, seleção e venda de animais, colheita e venda dos produtos agrícolas, colheita e venda dos produtos madeireiros, dentre outros.

Durante o planejamento não podem ser negligenciadas as principais premissas e preconizações da ILPF, sumarizadas a seguir:

1) Utilização dos princípios do manejo e conservação do solo e da água;
2) Respeito à capacidade de uso da terra e ao zoneamento climático agrícola;
3) Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas;
4) Otimização dos fatores de produção imobilizados (terra, infraestrutura física e mão-de-obra);
5) Sistema de plantio direto ou cultivo mínimo;
6) Balanço positivo de carbono (sistema fixador de C);
7) Sinergismo entre os componentes do sistema;
8) Diversificação de receitas;
9) Redução do custo;
10) Aumento e estabilidade do lucro ao longo do tempo.

3° Passo - Projeto técnico. O projeto técnico é elaborado em função das características da propriedade, e é obtido a partir do diagnóstico e do planejamento feito anteriormente. Nesta etapa, o produtor rural, preferencialmente acompanhado de um consultor (projetista) especialista em ILPF, deverá eleger o sistema produtivo ou modalidade de ILPF que será adotada na propriedade. Normalmente, espera-se que cada área da propriedade tenha uma modalidade de ILPF que melhor se ajuste às suas condições, de forma a otimizar o uso dos sistemas integrados dentro da propriedade rural.

4º Passo - Implantação, acompanhamento e avaliação do projeto. Como se trata de um conjunto de práticas tecnológicas ainda em fase de introdução na propriedade, o produtor deverá estar atento ao cumprimento de todas as etapas previstas no projeto. É importante que esta implantação ocorra aos poucos, ao longo do tempo (normalmente em torno de cinco anos), de acordo com as condições econômicas do produtor. Isso também permitirá, através do acompanhamento rigoroso e das avaliações sistemáticas do projeto, pequenas correções e ajustes finos nas etapas posteriores da implantação. É importante ressaltar que, por melhor que seja o projeto, sempre serão necessários ajustes pontuais ao longo do tempo, uma vez que se trata de processos biológicos sujeitos a uma infinidade de fatores não controláveis.

Por fim, dois princípios que devem nortear a seleção das culturas agrícolas dentro dos sistemas ILPF: o primeiro é o **diagnóstico dos fatores de produção** e o segundo é o **caráter dinâmico das culturas agrícolas** ao longo do tempo. Assim, as opções do componente lavoura permitem um número elevadíssimo de configurações dos sistemas ILPF que, por sua vez, são dinâmicas ao longo do tempo.

No primeiro princípio norteador, como já discutido anteriormente nos Passos 2 e 3, a seleção das culturas agrícolas e, consequentemente, a configuração de um sistema ILPF é produto do diagnóstico dos fatores de produção da propriedade rural e da região no qual a mesma está inserida, enfatizando seus limitantes. Didaticamente este diagnóstico pode ser dividido em:

1) Condições edafoclimáticas da região, da propriedade e dos talhões homogêneos dentro da mesma, caracterizando os fatores **agronômicos limitantes**;
2) Mercado nacional, regional e local fornecedor de insumos, matérias-primas e mão de obra e comprador dos produtos gerados no sistema ILPF, caracterizando os fatores **comerciais limitantes**;
3) Infraestrutura disponível na propriedade rural e na região, caracterizando os fatores **estruturais limitantes**;
4) Condições socioeconômicas do produtor rural (empresário rural), caracterizando os fatores **socioeconômicos limitantes**, e;
5) Condições legais e morais, caracterizando os fatores **legais limitantes**. Neste, dois exemplos podem ser citados: Decreto de Lei 6.961/2009 e Projeto de Lei 6.077/2009 que norteia a produção da cana-de-açúcar no Brasil (condições legais) e compra da soja produzida no Bioma Amazônia pelas "tradings" (condições morais).

O segundo princípio norteador da seleção das culturas agrícolas dentro dos sistemas ILPF é seu caráter dinâmico ao longo do tempo. Em função do menor ciclo, quando comparado aos demais componentes, a lavoura pode ser alterada de um ano agrícola para outro ou, até mesmo, dentro do mesmo ano agrícola quando, ainda na safra, pode alterar a safrinha planejada para uma determinada área. Essas alterações devem ser balizadas pelas condições técnicas (agronômicas) e econômicas. No primeiro caso, por exemplo, a alteração pode ser motivada pelo lançamento de uma cultivar ou variedade ou híbrido melhorado para determinada espécie agrícola. Outro exemplo pode vir das previsões climatológicas de um determinado ano agrícola onde o mesmo pode ser influenciado pelos fenômenos "El nino" ou "La nina", condições que alterarão a distribuição pluviométrica de uma determinada região e, por conseguinte, afetarão diretamente a seleção das opções agrícolas naquele ano agrícola para aquele local. No segundo caso (aspectos econômicos), o gestor do projeto ILPF deve ficar atendo às oportunidades e nichos de mercado, como por exemplo o pagamento adicional e vantajoso pela soja convencional em algumas regiões produtoras; do preço pago, em determinados anos agrícolas, pelo feijão-safrinha produzido no Mato Grosso; das excelentes opções econômicas de safrinha, tais como girassol e milho-pipoca, na Chapada dos Parecis mato-grossense, entre outros.

Principais culturas agrícolas utilizadas na ILPF

Atualmente, as principais culturas agrícolas utilizadas dentro da ILPF nas regiões Norte, Centro-oeste e Sudeste brasileiro são: arroz de terras altas, soja, milho, sorgo, milheto e algumas alternativas promissoras tais como feijão-caupi, *Crotalaria ochroleuca* e nabo-forrageiro. Sendo assim, a seguir serão discutidas as características culturais relevantes, o posicionamento, o sistema de cultivo predominante e outros aspectos importantes do manejo fitotécnico dentro dos sistemas ILPF para o arroz de terras altas, a soja e o milho. Já para o sorgo, milheto, feijão-caupi e nabo forrageiro serão abordados algumas características culturais relevantes para os sistemas ILPF.

Arroz de terras altas

As características relevantes que tornam o arroz de terras altas uma excelente opção de cultura agrícola dentro da ILPF são:

- Elevada tolerância ás condições químicas desfavoráveis do solo como elevada acidez e alumínio trocável (Al3+) e baixa saturação por bases (V%);
- Ótima adaptação aos ambientes de pastagem degradada e abertura de novas áreas;
- Boa produtividade, podendo atingir nos ambientes de pastagem degradada e abertura de novas áreas, mais de 4.000 Kg ha^{-1}, ou seja, rendimentos normalmente superiores aos da soja sob estas mesmas condições;
- Ainda nos referidos ambientes, a cultura do arroz tende a sofrer menor incidência de doenças, pragas e plantas daninhas, resultando em menor custo de produção que, somado às boas produtividades, invariavelmente resulta em lucros superiores a qualquer outro cultivo agrícola sob estas mesmas condições;
- Responde muito bem à adubação, especialmente a nitrogenada na forma de ureia;

- Em áreas com um ciclo pluviométrico mais estendido, como Norte do Mato Grosso e quase toda região Norte do Brasil, pode ser uma opção para safrinha;
- Permite, com facilidade mediana, a formação de consórcio com forrageiras, constituindo uma excelente ferramenta para a entrada do componente pecuária no sistema, e;
- Produz uma considerável quantidade de resíduos culturais de decomposição lenta que propicia uma boa cobertura morta de solo.
- Apesar das características favoráveis, por outro lado, o arroz de terras altas apresenta outras que precisam ser muito bem manejadas para viabilizá-la dentro dos sistemas ILPF:
- Baixa concentração da enzima redutase do nitrato até por volta dos 30 dias após sua emergência (30 DAE) necessitando, neste período, de uma maior disponibilidade de nitrogênio na forma reduzida no solo;
- Sistema radicular fasciculado e pouco agressivo, sendo muito sensível aos atributos físicos do solo, tais como densidade, porosidade e resistência à penetração;
- Como consequência, são raras as condições do meio que viabilizam agro--economicamente a utilização do sistema de plantio direto na cultura do arroz de terras altas;
- Em sistema de rotação ou sucessão, é extremamente exigente em relação à cultura precedente, sendo desaconselhável a utilização do próprio arroz, milho, sorgo, capim-Sudão, entre outros;
- É precedente desaconselhável para outras gramíneas agrícolas no sistema de rotação ou sucessão de culturas;
- Muito sensível à competição com plantas daninhas que, aliado a um portfólio limitado de herbicidas pós-emergentes seletivos à cultura, torna difícil o manejo das mesmas quando integradas com o componente florestal nos seus dois primeiros anos depois da implantação, e;
- Mercado comprador nem sempre favorável e extremamente dependente da produção do arroz irrigado no Sul do Brasil.

Em relação ao posicionamento da cultura do arroz de terras altas dentro da ILPF, este pode ser na safra, desde que atendendo as condições edafoclimáticas da cultura (região Norte, a maior parte da região Centro-oeste e partes significativas das regiões Nordeste e Sudeste do território brasileiro). Já o cultivo do arroz de terras altas na safrinha fica limitado ao Norte da região Centro-oeste e á região Norte brasileira, desde que nestas áreas sejam atendidas as condições edafoclimáticas da cultura. Neste caso, é importante estabelecer uma estratégia que permita, após a colheita do arroz, uma boa cobertura de solo, premissa básica dos sistemas ILPF.

O plantio convencional é o principal sistema de cultivo do arroz de terras altas dentro da ILPF. Isso ocorre porque na maioria das vezes as condições físicas do solo são desfavoráveis ao plantio direto. Em situações como na abertura de novas áreas, na reforma ou

renovação de pastagens onde o solo está compactado e/ou apresenta irregularidades impeditivas na sua topografia, o preparo do mesmo se torna indispensável. Nestes casos, o uso adequado da engenharia e do bom senso possibilita a mitigação dos efeitos negativos do preparo do solo. Medidas como preparar o solo apenas quando sua umidade estiver na faixa friável, dimensionar adequadamente máquinas e implementos (escarificador, subsolador, mata-broto, semeadora de plantio direto, etc.) de acordo com o serviço demandado e otimizar suas entradas na área são essenciais para mitigação dos efeitos negativos do preparo do solo.

Trabalhos recentes e observações empíricas dentro de áreas sob ILPF apontam que as condições físicas de solo favoráveis ao plantio direto do arroz de terras altas são:

- Textura de solo com teor de argila variando entre 30 e 50%;
- Perfil de solo estruturado, poroso e não compactado até, pelo menos, 0,40 m de profundidade.
- Densidade do solo, até a profundidade de 0,2 m, inferior á 1,1 kg dm^{-3}, sendo desejável ser inferior a 1,0 kg dm^{-3}.

Já as condições químicas de solo favoráveis ao plantio direto são:

- Teor de matéria orgânica superior á 2%, sendo desejável ser superior á 3%;
- Saturação por bases entre 40 e 50% com pH em água entre 5,0 e 5,7.

Por fim, devem ser consideradas as culturas precedentes e quantidade de palhada para o plantio direto do arroz de terras altas. Os bons resultados agronômicos do arroz de terras altas em plantio direto dentro da ILPF foram obtidos quando a cultura na safra imediatamente anterior ao arroz foi a cultura da soja precedida, por sua vez, de braquiária (ou como pasto de safra ou como pasto de safrinha) no mínimo nos três anos anteriores (Figura 8).

Foto: Flávio Jesus Wruck



Figura 8. Arroz de terras altas (BRS Sertaneja) cultivada no sistema de plantio direto, dentro da ILPF e no seu 4o ano agrícola do sistema, precedida por dois anos de pastagem (capim-Marandú) e um da sucessão soja / consórcio sorgo com capim-Marandú - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2009.

Com relação à palhada para o plantio direto do arroz, diferentes forrageiras e/ou consórcios foram e continuam sendo testados nos sistemas ILPF:

- Milheto e *B. ruziziensis* em cultivo solteiro e consorciados foram os melhores;
- Os consórcios formados por feijão-caupi com *B. ruziziensis*, Crotalária (*C. spectabilis* e *C. ocrholeuca*) com *B. ruziziensis* também apresentaram bons resultados;
- O consórcio de nabo-forrageiro com *B. ruziziensis* também apresentou resultado promissor, mais ainda precisa de mais validações.

Com relação à quantidade de cobertura morta, os melhores resultados foram obtidos entre 4 e 5 toneladas de MS ha^{-1}. Acima disto, ocorriam problemas sérios na operação de plantio e abaixo não havia cobertura suficiente para o controle efetivo de plantas daninhas na fase inicial da cultura. Por fim, alguns cuidados devem ser tomados:

- Uso de botinhas e/ou disco de corte na plantadeira de plantio direto;
- Respeitar um intervalo mínimo de 30 dias após a dessecação, exigindo um planejamento impecável do sistema, pois problemas de fitotoxicidade no arroz de terras altas por exsudados da cobertura morta em decomposição (ácidos fracos e glifosato) são frequentes.

Por fim, com relação ao manejo fitotécnico do arroz de terras altas dentro da ILPF cabe destacar:

1) Cultivares mais utilizadas: - BRS Monarca, genética Embrapa, ciclo longo de aproximadamente 115 dias e com ótimo desempenho em SPD sobre palhada de braquiária; - BRS Pepita, genética Embrapa, ciclo curto de aproximadamente 102 dias, indicada na renovação/reforma de pastagens e, atualmente, material mais tolerante à seca disponível no mercado (recomendado para o cultivo de safrinha); - BRS Sertaneja, BRS Primavera, BRS Esmeralda, genética Embrapa, ciclo médio de aproximadamente 108 dias, excelente qualidade de grãos e recomendadas nos sistemas de plantio convencional; AN Cambará, genética Agro Norte Ltda., ciclo médio de aproximadamente 110 dias, excelente qualidade de grãos e recomendados nos sistemas de plantio convencional em regiões de maior pluviosidade;

2) Semeadura: deve ser a mais uniforme possível, respeitando o espaçamento entre linhas e a profundidade e densidade de semeadura de acordo com as recomendações técnicas da detentora da cultivar semeada;

3) Manejo de pragas: idêntico ao cultivo tradicional, tomando cuidados especiais quanto ao controle de cupins, formigas e cigarrinhas das pastagens;

4) Manejo de doenças: idêntico ao cultivo tradicional, tomando cuidados especiais ao controle da brusone (*Pyricularia grisea*), pois seu patógeno pode sobreviver e multiplicar em algumas espécies de gramíneas presentes nos sistemas integrados. Outra preocupação é com o *Pratylenchus brachyurus*, nematóide causador de lesões no sistema radicular das plantas e de considerável importância econômica

devido à sua ampla distribuição geográfica e ao grande número de plantas hospedeiras que, em tese, pode hospedar e multiplicar em alguns materiais de arroz de terras altas (trabalhos disponíveis não conclusivos sobre o assunto);

5) Manejo de plantas daninhas: consiste no maior desafio fitotécnico do arroz de terras altas dentro da ILPF, notadamente sua interação com o componente florestal. Neste caso, a estratégia de manejo vai depender, principalmente, da idade e das espécies florestais, dos sistemas de cultivo e da quantidade de palhada no solo.

Soja

A soja é a cultura agrícola mais utilizada na ILPF, pois apresenta uma série de características relevantes para o sistema:

- É a lavoura mais cultivada e de maior importância agro econômica no Brasil;
- É classificada como "commodity" agrícola, tendo seu preço regulado pelo mercado internacional que, por sua vez, está favorável nos últimos anos e assim deverá permanecer frente à demanda crescente de alimentos no mundo;
- Possui elevado potencial produtivo, atingindo patamares de 6.000 Kg ha^{-1};
- Pode ser utilizada na renovação e/ou reforma de pastagens degradadas;
- É uma leguminosa e, portanto, fixadora de nitrogênio, prestando serviço ambiental ao reduzir a necessidade de entrada de nitrogênio mineral nos sistemas ILPF;
- Possui sistema radicular pivotante e razoavelmente agressivo;
- É uma ótima precedente para a maioria das demais culturas agrícolas;
- É apropriada para ser cultivada no SPD sobre outras forrageiras.

Por outro lado, a soja apresenta características desfavoráveis aos sistemas ILPF que precisam ser muito bem manejadas para viabilizá-la dentro dos mesmos:

- Produz pouca palhada residual e de degradação rápida;
- Apresenta dificuldade para ser consorciada com forrageiras;
- Essas duas características anteriores somadas á questão legal do vazio sanitário inviabiliza seu cultivo de safrinha dentro da maioria dos sistemas ILPF;
- Apresenta baixa tolerância ás condições químicas desfavoráveis do solo como elevada acidez e alumínio trocável (Al^{3+}) e baixa saturação por bases (V%);
- Apresenta pouca adaptação ao ambiente de abertura de novas áreas.

Quanto ao posicionamento da cultura da soja dentro da ILPF, este é na maioria das vezes na safra para todo país, desde que as condições edafoclimáticas locais da cultura sejam atendidas. Já o cultivo da soja na safrinha, em função da escassa palhada remanescente, fica limitado aos sistemas ILF, independente da fase, e ILPF, na sua fase inicial antes da entrada do componente pecuária. Nestes casos deve-se obviamente respeitar a lei do vazio sanitário da soja para região.

O plantio direto, premissa da ILPF e condição desejável, é o sistema de cultivo da soja utilizado na maioria dos casos dentro da ILPF. Trabalhos recentes e observações empíricas dentro de áreas sob ILPF apontam que as condições químicas de solo favoráveis ao plantio direto no sistema são o teor de matéria orgânica superior a 2%, sendo desejável ser superior a 3% e a saturação por bases entre 45 e 55% com pH em água entre 5,5 e 6,0.

Por fim, devem ser consideradas as culturas precedentes e quantidade de cobertura morta (palhada) para o plantio direto da soja. Bons resultados agronômicos da soja em plantio direto dentro da ILPF foram obtidos sob diferentes coberturas mortas, caracterizando sua menor exigência quanto à cultura e/ou consórcio precedentes. Com relação à quantidade de cobertura morta, os melhores resultados foram obtidos entre 4 e 5 toneladas de MS ha^{-1}, semelhante ao ocorrido para o arroz de terras altas. Acima disto, ocorriam problemas sérios na operação de plantio e abaixo não havia cobertura suficiente para o controle efetivo de plantas daninhas na fase inicial da cultura. Ainda, alguns cuidados devem ser tomados:

- Uso de botinhas e/ou disco de corte na plantadeira de plantio direto;
- Respeitar um intervalo mínimo de 15 dias após a dessecação, exigindo um planejamento impecável do sistema, pois problemas de fitotoxicidade na soja por exsudados da cobertura morta em decomposição (ácidos fracos e glifosato) podem ocorrer (Figura 9).



Foto: Flávio Jesus Wruck

Figura 9. Soja cultivada em SPD sob palhada de braquiária integrada com *Khaya ivorensis* (mógno africano) dentro do 2º ano da ILPF - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2013.

O plantio convencional da soja não é usual dentro da ILPF. Ocorre na reforma ou renovação de pastagens onde o solo está compactado e/ou apresenta irregularidades impeditivas na sua topografia ou em áreas velhas com solos extremamente compactados, tornando o preparo do mesmo indispensável. Nestes casos, valem as mesmas recomendações mitigadoras dos efeitos negativos do preparo de solo elencadas para o arroz de terras altas.

Com relação ao manejo fitotécnico da soja dentro da ILPF, é importante destacar:

1) Cultivares mais utilizadas: existe uma gama enorme de cultivares disponíveis no mercado. Cabe ao gestor do projeto ILPF, buscar a mais adequada para cada situação. Recomenda-se, na medida do possível, utilizar mais de um material e, ainda, testar anualmente, em pequena escala, os novos lançamentos do mercado. Dentro da ILPF predomina a utilização de materiais de ciclos médio e precoce (atualmente com bom potencial produtivo) na safra para viabilizar, agronomicamente, o cultivo de safrinha para formação de cobertura morta pastejo ou apenas cobertura morta consorciada ou solteira. O uso de materiais transgênicos ou convencionais é outra dúvida recorrente dentro dos projetos ILPF. Neste caso, o banco de sementes de plantas daninhas da área, o tipo e o ano de implantação do sistema ILPF (com presença do componente florestal ou não) e a diferença paga pelo mercado aos grãos não transgênicos definirão a utilização ou não dos transgênicos dentro da ILPF;
2) Semeadura: deve ser a mais uniforme possível, respeitando o espaçamento entre linhas e a profundidade e densidade de semeadura de acordo com as recomendações técnicas da detentora da cultivar semeada;
3) Manejo de pragas: idêntico ao cultivo tradicional, tomando cuidados especiais ao controle de pragas polífagas, tais como *H. armigera*, um dos grandes desafios dos sistemas integrados;
4) Manejo de doenças: idêntico ao cultivo tradicional, redobrando atenção com as "pontes verdes" na sucessão dentro da ILPF e com fitopatógenos polífagos, tais como *Pratylenchus brachiurus*;
5) Manejo de plantas daninhas: da mesma forma que ocorre com o arroz de terras altas, consiste no maior desafio fitotécnico da soja dentro da ILPF, notadamente quando integrado com o componente florestal. Neste caso, a estratégia de manejo vai depender, principalmente, da idade e das espécies florestais, dos sistemas de cultivo e da quantidade de palhada no solo. Na implantação do sistema ILPF com componente florestal e lavoura de soja, uma das estratégias mais utilizadas é implantar o componente florestal na área só após a aplicação dos herbicidas na soja.

Milho

O milho é, depois da soja, a cultura agrícola mais utilizada nos sistemas ILPF, pois apresenta características importantes para o sistema:

- Apresenta grande importância estratégica e agro econômica, podendo ser comercializado na forma direta de grãos (proteína vegetal) ou indireta através da engorda de animais (proteína animal);
- Apresenta elevado potencial produtivo, com bom valor de mercado na maioria dos anos agrícolas, com produtividade de grãos variando de 2.000 a mais de 10.000 Kg ha^{-1};

- Pode ser cultivado para diferentes finalidades como forragem, silagem e grãos podendo, numa safra frustrada de grãos, servir para silagem ou mesmo forragem quando presente o componente pecuário;
- Apresenta excelente resposta a adubação, especialmente a nitrogenada;
- Representa uma ótima opção de safrinha com materiais apropriados para qualquer fase da janela de semeadura da mesma;
- Apresenta grande facilidade no consórcio com forrageiras, facilitando e, na maioria das vezes, custeando a inserção da forrageira dentro do sistema ILPF, e;
- Produz quantidade elevada de resíduos culturais.
- Apesar da maioria das características da cultura do milho ser favoráveis ao ILPF, têm algumas outras que precisam ser muito bem manejadas para viabilizá-la:
- Os materiais de alta tecnologia são exigentes quanto ás condições químicas do solo, notadamente em relação á disponibilidade de nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo;
- Apresenta exigência elevada quanto à radiação solar, podendo tornar-se inviável para regiões sob alta incidência de nuvens na fase fisiológica do enchimento de grãos, e;
- É precedente desaconselhável para outras gramíneas agrícolas no sistema de rotação ou sucessão de culturas, notadamente para o arroz de terras altas.

Quanto ao posicionamento da cultura do milho dentro dos sistemas integrados, este é na maioria das vezes na safrinha e consorciado com forrageiras para os principais Estados brasileiros que praticam a ILPF. Em alguns casos, como nos sistemas ILF ou ILPF em sua fase inicial (antes da entrada do componente animal), pode ser cultivado solteiro. Já o cultivo do milho na safra, normalmente consorciado com forrageiras, fica limitado aos anos agrícolas em que a soja está com preço de mercado ruim e/ou milho e boi estão com preço bom de mercado. Neste caso, é imprescindível ter facilidade para a secagem de grãos, pois muito provavelmente o milho será colhido em um período chuvoso.

O plantio direto, premissa da ILPF e condição desejável, é o sistema de cultivo do milho utilizado na maioria dos casos dentro da ILPF. Bons resultados agronômicos do milho em plantio direto dentro da ILPF foram obtidos sob diferentes coberturas mortas, notadamente na presença de resíduos provenientes de leguminosas. Palhadas de arroz devem ser evitadas. Com relação à quantidade de cobertura morta, seguem as mesmas recomendações feitas para as culturas anteriores. Da mesma forma que para a soja, o plantio convencional do milho é raro dentro da ILPF. Ocorre na reforma ou renovação de pastagens onde o solo está compactado e/ou apresenta irregularidades impeditivas na sua topografia ou em áreas velhas com solos extremamente compactados, tornando o preparo do mesmo indispensável. Nestes casos, valem as mesmas recomendações mitigadoras dos efeitos negativos do preparo de solo elencadas anteriormente.

Por fim, com relação ao manejo fitotécnico do milho dentro da ILPF, cabe ressaltar:

1) Materiais mais utilizados: existe uma gama enorme de materiais (híbridos simples, duplos e triplos e variedades) disponíveis no mercado, cabendo ao

gestor do projeto ILPF buscar o mais adequado para cada situação. Na medida do possível, é salutar utilizar mais de um material e, ainda, testar anualmente, em pequena escala, os novos lançamentos do mercado. Quando se vai consorciar milho com uma forrageira, predomina a utilização de materiais mais rústicos e tolerantes à competição por água e nutrientes e que possua altura da inserção da 1ª espiga mais alta. Dentro da ILPF, predomina a utilização de materiais de ciclo médio e precoce na safrinha, consorciado com a forrageira, para viabilizar agronomicamente o pastejo dos animais após a colheita dos grãos. O uso de materiais transgênicos ou convencionais é outra dúvida recorrente dentro dos projetos ILPF. Neste caso, como se trata de sementes muito mais caras, a análise do tipo de cultivo (safra, safrinha, solteiro ou consorciado), época da semeadura dentro da "janela" ideal de plantio e a expectativa futura de preço do mercado local definirão a viabilidade da utilização dos materiais transgênicos;

2) Semeadura: deve ser a mais uniforme possível, respeitando o espaçamento entre linhas e a profundidade e densidade de semeadura de acordo com as recomendações técnicas da detentora do material semeado;

3) Manejo de pragas: idêntico ao cultivo tradicional, tomando cuidados especiais ao controle de pragas polífagas, tais como *H. armigera*, um dos grandes desafios dos sistemas integrados;

4) Manejo de doenças: idêntico ao cultivo tradicional, com atenção especial na formação de "pontes verdes" dentro da ILPF quando se tratar de patógenos polífagos, tais como *Pratylenchus brachiurus*;

5) Manejo de plantas daninhas: idêntico ao cultivo tradicional, tomando cuidados especiais nos consórcios com forrageiras e quando integrado com o componente florestal, já discutido anteriormente (Figura 10).

Foto: Flávio Jesus Wruck



Figura 10. Consórcio de milho com capim-Piatã, em SPD, dentro 6º ano da ILPF na sucessão da soja - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2011.

Sorgo

No cultivo de safrinha, o sorgo é uma das culturas agrícolas mais utilizadas nos sistemas ILPF por apresentar características importantes para o sistema:

- Apresenta grande importância estratégica e agroeconômica, podendo ser comercializado na forma direta de grãos ou indireta através da sua transformação em carne pelos animais;
- Pode ser cultivado para diferentes finalidades como forragem, silagem, grãos e energia, podendo, em uma safra frustrada de grãos, por exemplo, servir para silagem ou pastejo quando presente o componente pecuário;
- Apresenta um grande potencial produtivo de grãos, com produtividades variando de 1.000 a mais de 7.000 Kg ha^{-1};
- Apresenta elevado potencial produtivo de forragem, tanto para pastejo quanto para corte (silagem);
- Representa uma boa opção de safrinha com materiais apropriados para qualquer fase da janela de semeadura;
- Apresenta grande facilidade no consórcio com forrageiras, facilitando e, no caso do sorgo granífero, custeando parcialmente a inserção da forrageira dentro do sistema ILPF (Figura 11);
- Mesmo o sorgo granífero produz uma quantidade significativa de resíduos culturais;
- Quando comparado ao milho, apresenta menores exigências em relação à maioria dos atributos químicos e físicos do solo;
- Apresenta maior tolerância à seca, tornando-se uma ótima opção de safrinha para aquelas condições de alto risco para o milho (fechamento de plantio na safrinha, notadamente ser for consorciado com forrageira).



Foto: Ademir Zimmer

Figura 11. Sorgo granífero consorciado com BRS Marandú visando silagem.

Por outro lado, o sorgo possui algumas características culturais que precisam ser muito bem manejadas para viabilizá-lo dentro dos sistemas ILPF:

- Quando comparado ao milheto, apresenta maiores exigências em relação à maioria dos atributos químicos e físicos do solo não sendo, desta forma, recomendado para qualquer condição edafoclimática;
- Apresenta baixa tolerância ao Al^{3+};
- Apresenta maior competição com forrageiras dentro dos consórcios;
- É um precedente desaconselhável para algumas culturas, notadamente o arroz de terras altas.

Milheto

O milheto é uma das alternativas mais utilizadas no cultivo de safrinha dentro da ILPF por apresentar características importantes para o sistema, tais como:

- Apresenta crescimento rápido e com rebrota, permitindo a entrada de animais a partir dos 35 dias após sua implantação quando as condições edafoclimáticas são favoráveis;
- Apresenta uma produtividade de grãos variando entre 500 a 1500 Kg ha^{-1} ainda, que, dificilmente será esta a finalidade principal dentro dos sistemas ILPF;
- É muito menos exigente em relações às condições edafoclimáticas quando comparado ao milho e ao sorgo sendo, por isso, recomendado para fechamento da semeadura na safrinha;
- É um excelente precedente para a maioria das culturas;
- Apresenta materiais com fator de reprodução para nematoides extremamente baixos, notadamente para o *Pratylenchus brachyurus*, sendo uma excelente alternativa de safrinha para áreas com solos infestados por esse fitopatógeno;
- Apresenta facilidade de ser consorciado com forrageiras podendo, inclusive, ser semeado com as mesmas em uma única operação (Figura 12);
- Baixo custo de implantação quando utilizadas sementes produzidas na própria fazenda (sementes crioulas);
- Apresenta grande facilidade na dessecação e boa ciclagem de nutrientes.

O milheto, por outro lado, possui algumas características culturais que precisam ser muito bem manejadas para viabilizá-lo dentro dos sistemas ILPF:

- Apresenta baixa produção de palhada (que pode ser ampliada, se consorciado com forrageiras, tal como a *B. ruziziensis*);
- Apresenta degradação muito rápida da palhada.



Foto: Flávio Jesus Wruck

Figura 12. Consórcio de milheto com *B. ruziziensis*, no SPD, dentro do 5º ano agrícola da ILPF na sucessão da soja - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2010.

Feijão caupi

Apontado como uma das alternativas promissoras de leguminosa forrageira para solos de textura média e argilosa, o feijão-caupi cultivado na safrinha dentro da ILPF apresenta características relevantes para o sistema, tais como:

- É uma leguminosa e, portanto, tem a capacidade de fixar nitrogênio do ar e aportar esse macronutriente para o sistema;
- Utilizado como forrageira principalmente, é uma excelente fonte de proteínas de alta palatabilidade para os animais;
- Apresenta um sistema radicular pivotante e muito agressivo, agindo na descompactação do solo e melhorando as condições físicas do mesmo;
- É muito menos exigente em relações às condições edafoclimáticas quando comparado ao milho, sendo, por isso, recomendado para fechamento da semeadura na safrinha;
- É um excelente precedente para a maioria das culturas, notadamente para o arroz de terras altas;
- Quando utilizado como leguminosa forrageira, apresenta facilidade de ser consorciado com outras forrageiras (Figura 13);
- Apresenta grande facilidade na dessecação e boa ciclagem de nutrientes.

Foto: Valter Peters



Figura 13. Consórcio de feijão-caupi com *B. ruziziensis*, no SPD, dentro do 1º ano agrícola da ILPF na sucessão da soja - Fazenda Gravataí, Itiquira - MT, 2015.

Por outro lado, o feijjão-caupi possui algumas características culturais que demandam ser muito bem manejadas para viabilizá-lo dentro dos sistemas ILPF, são elas:

- Quando utilizado solteiro para forragem, pode provocar timpanismo nos animais, além de deixar baixa produção de palhada. Esses fatos exigem seu consórcio com forrageiras gramíneas, tais como a *B. ruziziensis* ou *B. brizantha* Cv Paiaguás;
- Quando utilizado para grãos, a tecnologia do consórcio com forrageiras gramíneas ainda não está consolidada sendo, por isso, desaconselhável;
- Pode se tornar uma "ponte verde" para nematóides dentro dos sistemas integrados, notadamente o *Pratylenchus brachyurus*, sendo desaconselhável seu cultivo na safrinha em áreas com solos infestados por esse fitopatógeno;
- Elevado custo das sementes, fato que encarece sua implantação. Esse fato pode ser contornando quando são utilizadas sementes produzidas na própria fazenda (sementes crioulas).

Crotalaria ochroleuca

A *Crotalária ochroleuca* também é apontada como uma das alternativas promissoras de leguminosa forrageira para solos de textura média e argilosa cultivada na safrinha dentro da ILPF por apresentar as seguintes características relevantes para o sistema:

- É uma leguminosa e, portanto, tem a capacidade de fixar nitrogênio do ar e aportar esse macro nutriente para o sistema;

- Pode ser utilizada como forrageira (uso principal) e também produzir grãos em mesmo cultivo, constituindo uma excelente fonte de proteínas de alta palatabilidade para os animais;
- Apresenta um sistema radicular pivotante e agressivo, agindo na descompactação do solo e melhorando as condições físicas do mesmo;
- É muito menos exigente em relações às condições edafoclimáticas quando comparada ao milho, sendo, por isso, recomendada para fechamento da semeadura na safrinha;
- É um excelente precedente para a maioria das culturas, notadamente para o arroz de terras altas;
- Quando utilizada como leguminosa forrageira, apresenta facilidade de ser consorciada com outras forrageiras (Figura 14);
- Apresenta grande facilidade na dessecação e boa ciclagem de nutrientes;
- Apresenta fator de reprodução para nematoides extremamente baixo, notadamente para o *Pratylenchus brachyurus*,, sendo uma excelente alternativa de safrinha para áreas com solos infestados por esse fitopatógeno.



Foto: Flávio Jesus Wruck

Figura 14. Consórcio de *C. ocrholeuca* com *B. ruziziensis*, no SPD, dentro do 6ª ano agrícola da iLPF na sucessão da soja - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2011.

Por outro lado, a *Crotalária ochroleuca* possui algumas características culturais que necessitam ser muito bem manejadas para viabilizá-la dentro dos sistemas ILPF:

- Quando utilizada solteira para forragem, pode provocar timpanismo nos animais, além de deixar uma quantidade limitada de palhada para plantio direto. Esses fatos exigem seu consórcio com forrageiras gramíneas, tais como a *B. ruziziensis* ou *B. brizantha* Cv Paiaguás;

- Elevado custo das sementes, fato que encarece sua implantação. Esse fato pode ser contornando quando utilizado sementes produzidas na própria fazenda (sementes crioulas).

Nabo forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) é outra cultura apontada como promissora no cultivo de safrinha para solos de textura média e argilosa dentro da ILPF por apresentar características relevantes ao sistema, tais como:

- É uma planta crucífera muito vigorosa e com um sistema radicular que descompacta o solo, permitindo um preparo biológico do mesmo na sucessão de culturas dentro do sistema integrado;
- Apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando-se uma espécie importante na rotação de culturas como arroz de terras altas, algodão, feijão, milho e soja;
- É tolerante à seca e à geada, sendo uma opção de cultivo de safrinha para a maior parte do território brasileiro ou, ainda, uma excelente opção para substituir o milho no fechamento da semeadura de safrinha nas regiões produtoras dessa granífera;
- Produz entre 20 t ha^{-1} a 35 t ha^{-1} de massa verde (3,5 t ha^{-1} a 8 t ha^{-1} de massa seca), desenvolvendo-se razoavelmente bem em solos fracos com problemas de acidez, além de ser bastante resistente a doenças e pragas;
- Dentro da ILPF sua finalidade principal é a produção de forragem, mas também pode produzir grãos (0,5 t ha^{-1} a 1,5 t ha^{-1}) em mesmo cultivo, constituindo uma fonte de proteínas de boa palatabilidade para os animais;
- Apresenta grande facilidade na dessecação e é um excelente precedente para a maioria das culturas, notadamente para o arroz de terras altas;
- Apresenta facilidade de ser consorciado com outras forrageiras (Figura 15).

Por outro lado, o nabo-forrageiro possui algumas características culturais que necessitam ser muito bem manejadas para viabilizá-lo dentro dos sistemas ILPF:

- Quando utilizado solteiro para forragem, pode provocar timpanismo nos animais, além de deixar uma quantidade de palhada limitada. Esses fatos exigem seu consórcio com forrageiras gramíneas, tais como a *B. ruziziensis* ou *B. brizantha* Cv Paiaguás;
- Dificuldade para encontrar sementes no mercado e elevado custo das mesmas, fatos que encarece sua implantação. Esse problema pode ser contornando quando utilizado sementes produzidas na própria fazenda (sementes crioulas).



Foto: Gabriel Rezende Faria

Figura 15. Consórcio de nabo forrageiro com *B. ruziziensis*, no SPD, dentro do 7º ano agrícola da ILPF na sucessão da soja - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2012.

Considerações finais

Diante de tantas opções agrícolas que podem ser inseridas nos diversos modelos de ILPF que contemplam a componente lavoura nos mais diversificados arranjos é importante almejar um sistema equilibrado para a propriedade rural lembrando que, muito provavelmente, cada talhão uniforme da mesma contemplará um sistema ILPF que melhor se ajuste a ele. Assim, é fundamental que com o passar do tempo, a propriedade inteira esteja integrada por uma rede de sistemas ILPF, de forma que em cada talhão da propriedade obtenha-se a otimização dos seus fatores de produção.

Todavia, a viabilidade econômica dos diferentes sistemas ILPF é fortemente influenciada, em curto prazo, pelos termos de troca da região, pois variações substanciais nos preços relativos dos fatores (por exemplo, insumos mais valorizados do que os produtos) podem inviabilizar a adoção das tecnologias intensivas do capital. Além disso, a adoção de tecnologias mais intensas do capital em larga escala, como os sistemas de ILPF, depende de preços minimamente viáveis e, obviamente, de linhas de crédito adequadas, em termos de volume de recursos e prazos de pagamento. Dessa forma, a capacidade gerencial para a condução eficiente dos sistemas ILPF, fazendo ajustes tanto nos processos de condução quanto nas escolhas das alternativas agrícolas depois de cada safra, é condição crítica para o sucesso da tecnologia. Falhas, em qualquer um desses fatores, colocam em risco o sucesso da ILPF.

Referências

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. de. **Sistema São Mateus**: Sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 186).



Capítulo 22

Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura--pecuária-floresta com eucalipto

Ademar Pereira Serra
Davi José Bungenstab
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
André Dominghetti Ferreira

Implantando sistemas de integração lavoura--pecuária-floresta

O uso de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em estabelecimentos rurais é uma alternativa que apresenta diversas vantagens, inclusive ambientais, para a reforma ou renovação de pastagens e/ou a recuperação de áreas que apresentem algum estágio de degradação.

Os sistemas de ILPF proporcionam melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, evitam erosão, promovem o sequestro de carbono, a conservação de recursos hídricos e biodiversidade, além de diversos benefícios técnicos, econômicos e sociais.

Os sistemas de ILPF são naturalmente mais complexos que lavouras de grãos, sendo a duração do ciclo dependente principalmente do componente arbóreo. Por isso, é fundamental que o sistema seja implantado corretamente, para se evitar problemas de manejo no futuro, que muitas vezes são irreparáveis. A atenção a diversos detalhes no planejamento, bem como cuidados na definição de cada passo da implantação dos diferentes componentes do sistema podem fazer a diferença entre o fracasso e o sucesso da atividade.

O objetivo deste capítulo é, portanto, apresentar e discutir diversos aspectos relacionados com a implantação de sistemas de ILPF que utilizam eucalipto como componente arbóreo, com especial ênfase na preparação da área, plantio e manejo inicial das árvores.

Escolha e preparo da área

Ao definir-se a área para implantação do sistema de ILPF é preciso sempre ter em mente que o local deve apresentar condições mínimas para o cultivo de lavouras anuais, como soja, milho e sorgo por exemplo, que são mais exigentes em termos de fertilidade do solo do que a maioria das gramíneas e o eucalipto. Em casos onde lavouras temporárias apresentam baixa viabilidade por questões de fertilidade do solo, clima ou disponibilidade de infraestrutura, os sistemas silvipastoris, nos quais se utiliza apenas forrageiras com o componente arbóreo, podem ser uma alternativa viável.

Preparo e correção do solo para a implantação do sistema de ILPF

Depois de certificar-se que a área apresenta bom potencial para implantação de sistemas de ILPF, inclusive quanto à viabilidade de colheita, transporte, armazenamento e comercialização dos produtos que serão obtidos, como grãos e madeira, deve-se observar se a área apresenta declividade acentuada verificando a eventual necessidade de construção de terraços e outras medidas para contenção de erosão e conservação do solo.

Especialmente na região dos Cerrados, ocorrem solos com propriedades químicas pouco favoráveis à implantação de culturas sem aplicação prévia de corretivos, pois esses solos, em sua maioria, contêm altos teores de alumínio (Al) trocável e acidez ativa elevada (baixo pH). Além desses dois fatores, usualmente, existem problemas de baixos teores de fósforo (P) disponível e de bases trocáveis como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K).

Para que os sistemas de produção vegetal e animal sejam conduzidos de forma integrada e sustentável, é necessário que seja realizada amostragem e análise de solo para eventual correção química com corretivos e fertilizantes. A correção de acidez do solo é usualmente realizada com a aplicação de calcário e gesso agrícola (correção da acidez trocável), que são os corretivos de solo mais amplamente utilizados no Brasil.

As quantidades de calcário e de adubo devem ser determinadas com base na interpretação da análise química e física do solo da área definida para a implantação, tomando se por base as exigências nutricionais das culturas que serão implantadas na área.

Recomenda-se que sejam coletadas amostras de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, que devem ser devidamente preparadas, embaladas, identificadas e enviadas para laboratório. De posse dos resultados da análise química e física do solo, a mesma deve ser encaminhada para um engenheiro agrônomo para interpretação e recomendações técnicas.

Definidas as quantidades de calcário e/ou gesso agrícola e de adubo que serão aplicadas na área de plantio, o próximo passo é a distribuição uniforme desse corretivo no solo e a incorporação do mesmo por meio de grade pesada ou arado (Figura 1).



Foto: Ademar P. Serra

Figura 1. Grade pesada para incorporação de calcário na área total onde será implantado o sistema de ILPF.

O preparo do solo para implantação do sistema de ILPF pode ser realizado pelo sistema convencional com a utilização de arados, subsoladores e/ou grades. Esses equipamentos são primordiais, especialmente, na implantação do sistema em áreas mais degradadas, para mais rápida incorporação dos corretivos e bem como para facilitar o plantio das culturas (Figuras 1, 2 e 3). Em sistemas com histórico de cultivos recentes, é possível o uso de plantio direto (Figura 5), que deve ser priorizado sempre que possível.

O calcário deve ser incorporado ao solo no mínimo a 20 cm de profundidade, sendo necessária a utilização de grade aradora pesada ou arado, havendo também a possibilidade de incorporações em perfis maiores, como 40 cm de profundidade com a utilização de equipamentos adequado (arado de aiveca e grade com 36" e/ou maiores). O gesso agrícola (sulfato de cálcio) também pode ser aplicado, dependendo também do resultado da análise química do solo. Nesse caso deve-se observar a saturação de alumínio na camada de 20 a 40 cm de profundidade e as exigências nutricionais das culturas que se pretende utilizar no sistema.

Após a incorporação do calcário em toda a área de implantação do sistema de ILPF, é realizada a marcação das linhas de plantio do eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (Figuras 2, 3 e 4). É importante lembrar que em sistemas de ILPF, para a definição da distância entre as fileiras do componente arbóreo deve-se levar em conta a mecanização da área, especialmente para a utilização de pulverizadores e colhedoras para os cultivos anuais.

Foto: Ademar P. Serra



Figura 2. Preparo do solo com grade niveladora no espaço entre as linhas de eucalipto.

Foto: Ademar P. Serra



Figura 3. Vista panorâmica das linhas marcadas para o plantio do eucalipto antes do plantio da cultura anual.



Foto: Ademar P. Serra

Figura 4. Detalhe das linhas marcadas para o plantio das mudas de eucalipto e a soja recém emergida.

Com a marcação das linhas, o preparo do solo com grades intermediárias e grades niveladoras fica restrito às entrelinhas do eucalipto (Figura 2 e 3). Recomenda-se que a marcação das linhas de árvores seja realizada com estacas para orientar o operador de máquinas no momento do preparo do solo e plantio (Figura 4). Além deste modelo sugerido, existem outras possibilidades tais como o plantio das mudas de eucalipto antes do preparo do solo para o plantio da cultura anual. Na segunda safra da cultura anual de verão, bem como nos futuros plantios de grãos, é recomendado, sempre que possível, o sistema de plantio direto na palha da cultura de cobertura. Uma outra alternativa seria o plantio direto da cultura de verão já no primeiro ano de abertura do plantio, com a recuperação em primeiro momento do pasto degradado e plantio direto sobre a palhada (Figura 5). O plantio direto (Figura 6) apresenta diversas vantagens como maior conservação do solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas, favorecendo inclusive a fixação de carbono.



Fotos: Ademar P. Serra

Figura 5. (A) Recuperação de pasto degradado em solo arenoso e (B) Plantio direto de soja sob a palhada de *Brachiaria ruziziensis*.

Foto: Ademar P. Serra



Figura 6. Plantio de soja direto na palha em sistema de ILPF.

Controle de plantas daninhas

A competição com plantas invasoras pode causar atraso no crescimento das árvores, dessa forma, o manejo de plantas daninhas precisa ser planejado com antecedência. Na área de implantação do sistema é necessário realizar uma avaliação de plantas daninhas para que se definam os herbicidas que deverão ser utilizados, bem como seja feita a programação das aplicações dos mesmos.

É intrínseco do sistema de ILPF a associação de culturas, como por exemplo, da cultura da soja com eucalipto, presentes ao mesmo tempo na área. Existe certa dificuldade de se encontrar herbicidas registrados para o eucalipto que não interfiram negativamente na cultura da soja, arroz, sorgo ou milho. Uma estratégia que pode ser adotada no ano de implantação do sistema de ILPF é o plantio da soja RR ("Roundup Ready") e após a última aplicação do herbicida Glifosato na cultura, faz-se o plantio das mudas de eucalipto (Figura 7 e 8).

Foto: Ademar P. Serra



Figura 7. Efeito da aplicação do herbicida Glifosato em soja transgênica e faixas para plantio de eucalipto, aplicado 20 dias antes do plantio das mudas.



Foto: Ademar P. Serra

Figura 8. Mudas de eucalipto plantadas em fileira dupla após aplicação do herbicida Glifosato em lavoura de soja transgênica.

A utilização de soja transgênica no sistema gera diversos benefícios relacionados com o controle de plantas daninhas. As aplicações de Glifosato proporcionam uma redução no banco de sementes de invasoras que competem com a cultura anual e com as árvores. Em sistema de ILPF de segundo ano, o uso de herbicida glifosato na soja deve ser conduzido sob condições climáticas ideais (umidade relativa acima de 55%, temperatura abaixo de 30ºC e velocidade do vento entre 3 a 10 km/h), sendo essas condições climáticas necessárias para uma boa aplicação de defensivos agrícolas e com tecnologia de aplicação que evite derivas de herbicidas para não haver prejuízo para as árvores. Alguns produtores vêm adotando o plantio das mudas de eucalipto no mês de maio, anterior à cultura anual de verão, podendo-se optar pelo plantio do milho consorciado com forrageira por meio do sistema Santa Fé no período de verão, sendo necessária análise da química do solo para verificar o potencial produtivo da área para a tomada de decisão no plantio do milho.

Esse modelo de implantação tem como principal vantagem o estabelecimento das mudas de eucalipto no período da seca, para que ocorra um melhor aproveitamento de água e nutrientes no período das águas. Isso levará também a uma menor competição das árvores com as plantas daninhas, graças ao crescimento mais acelerado do eucalipto no período chuvoso. Entretanto, esse sistema apresenta um custo maior de implantação devido à necessidade de irrigação e utilização de gel para reter a umidade junto às mudas de árvores no momento do plantio.

Técnicas de plantio e adubação das mudas de eucalipto

Preparo do sulco de plantio e adubação

O terreno deve preferencialmente ser sulcado no dia do plantio das mudas de eucalipto (Figura 9), mas quando isso não for possível, é aceitável que a operação seja realizada previamente. É muito importante que, no momento de se fazer o sulco, seja realizada adubação fosfatada em profundidade de 40 a 50 cm.

Foto: Ademar P. Serra



Figura 9. Preparo do sulco com adubação fosfatada e de plantio para o eucalipto em linha simples.

A definição da quantidade de adubo a ser aplicada dependerá da análise química e física do solo que permite a recomendação de uma formulação que contemple as exigências nutricionais do eucalipto, lembrando que o fornecimento de cálcio, magnésio e enxofre se dá pela aplicação e incorporação de corretivos, feitas previamente na área total do sistema.

A adubação de plantio demanda a aplicação de macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), bem como de micronutrientes como boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu). Essa aplicação pode ser realizada no dia do plantio ou até cinco dias após o mesmo em covetas laterais, distribuindo a metade da dose do adubo em cada lado da muda.

Aproximadamente aos 90 dias e aos 12 meses após o plantio das mudas, são realizadas a primeira e segunda adubação de cobertura, respectivamente, para completar o suprimento de nutrientes, especialmente de nitrogênio, potássio e micronutrientes.

A adubação de cobertura é realizada em covetas laterais. A distância ideal é de 10 a 15 cm do caule, tomando-se sempre o cuidado de não se aplicar o adubo demasiadamente próximo das mudas. Quando se realiza a adubação de cobertura com o eucalipto com mais idade, é recomendado que a adubação seja realizada na área de projeção da copa.

Plantio das mudas

As mudas precisam apresentar boa qualidade para o desenvolvimento adequado das árvores. Atenção para alguns aspectos ainda no viveiro é de suma importância para que não sejam levadas mudas com problema para o campo. As mudas devem apresentar bom estado fitossanitário, com sistema radicular sem "enovelamento" ou com "pião torto", lembrando que as mudas devem ser jovens e ter entre 20 e 35 cm de altura (Figuras 10).



Fotos: Ademar P. Serra e Davi J. Bungenstab

Figura 10. Mudas de eucalipto em tubetes e detalhe de enraizamento de muda de eucalipto em tubete.

É também importante que seja feita a "rustificação" das mudas, ou seja, colocá-las em pleno sol, com irrigação, antes de transplantá-las para o campo. Esse processo melhora, substancialmente, as taxas de sobrevivência ou "pegamento" das mudas.

No momento do plantio, se não houver logo imediatamente uma boa chuva (mais de 30 mm) ou se o solo não estiver com umidade acima da capacidade de campo, é aconselhável que se faça uma irrigação das mudas ainda no dia do plantio, com aproximadamente 2 litros de água por muda, para que o "pegamento" seja satisfatório (Figura 11).



Figura 11. Plantio e irrigação das mudas de eucalipto em fileira dupla.

Além do combate a formigas e cupins na área total antes do plantio, é necessário que se faça tratamento prévio das mudas com inseticida a base de Fipronil, minimizando as perdas no início do desenvolvimento das mudas.

No caso de plantio de mudas produzidas em tubetes, o mesmo pode ser realizado manualmente ou com plantadoras florestais. No plantio manual é recomendado que a cova seja feita na mesma dimensão do tubete, tomando o cuidado para que a muda não fique muito profunda, pois isso pode causar a morte da mesma. A profundidade adequada é quando o colo ou coleto da planta fica ao nível da superfície do solo (Figuras 12 e Figura 13).

É fundamental compactar moderadamente o solo ao redor da muda, evitando a permanência de bolsões de ar que prejudicam o desenvolvimento do sistema radicular. As perdas de mudas não devem passar de 5%; acima dessa taxa é necessário o replantio, que deve ser feito dentro do prazo de 30 dias do plantio inicial.

Fotos: Ademar P. Serra e Davi J. Bungenstab



Figura 12. Mudas de eucalipto com indicação do coleto.



Foto: Ademar P. Serra

Figura 13. Mudas de eucalipto plantadas de forma correta, com o coleto rente à superfície do solo.

Arranjo espacial das árvores

Além de se observar o objetivo principal do sistema e a finalidade/qualidade da madeira, a distribuição das árvores deve facilitar o tráfego de máquinas e implementos. Deve-se respeitar a largura mínima entre os renques de árvores, guardando-se, sempre que possível, uma proporcionalidade com a largura das máquinas ou implementos maiores, como colhedoras e pulverizadores, otimizando assim, as operações agrícolas e consequentemente os custos com as mesmas.

As disposições de árvores em fileiras simples, duplas ou triplas (Figura 14) são as mais utilizadas, sendo possível, também, a utilização de um número maior de fileiras por renque de árvores em função da finalidade principal do sistema.



Fotos: Ademar P. Serra

Figura 14. (A) fileira simples, (B) fileira dupla e (C) fileira tripla de árvores de eucalipto com três meses do plantio em sistema de ILPF.

Quando as condições topográficas permitem, o direcionamento das fileiras deve ser no sentido Leste-Oeste permitindo maior incidência de luz nas entrelinhas onde estão os cultivos de grãos e forrageiras. Em terrenos com declividade, é necessário que o plantio das árvores seja em nível para controle de erosão. A disposição das árvores deve acompanhar o direcionamento dos terraços, não devendo ser plantadas sobre os mesmos para evitar danos em sua estrutura. Há também a necessidade de se deixar espaço entre os terraços e árvores para a manutenção, assim sendo, o plantio das mudas precisa ser direcionado abaixo dos terraços deixando espaço para a manutenção dos mesmos com terraceadores ou outros equipamentos utilizados para essa finalidade.

Para a definição do espaçamento entre árvores e entre fileiras, deve-se considerar a utilização final da madeira, como para serraria, laminação, lenha, palanques de cerca, celulose e carvão. Espaçamentos maiores permitem a produção de árvores com diâmetros maiores no mesmo período de tempo. Para o cultivo de eucalipto em sistemas de ILPF, os espaçamentos usualmente adotados entre árvores nas fileiras é de 1,5 a 5 m enquanto que entre fileiras varia de 9 a 50 m para fileiras simples. Para plantios em fileiras duplas e triplas a combinação de 3 metros entre fileiras por 2 m entre árvores nas fileiras e de 14 a 28 m entre faixas ou renques de árvores são as combinações mais amplamente utilizadas. É importante enfatizar que a disposição das árvores deve sempre levar em consideração as características das máquinas e implementos, tanto próprios quanto terceirizados, que serão utilizados no sistema, inclusive quando as árvores já estiverem adultas (Figura 15).

Fotos: Ademar P. Serra



Figura 15. Pulverização e colheita de soja em sistema de ILPF em Campo Grande-MS.

Manejo inicial da espécie arbórea

No início do desenvolvimento da árvore de eucalipto, assim como de outras espécies, é realizado o coroamento da muda, para evitar-se a mato-competição. O crescimento rápido das árvores nos sistemas de ILPF é fundamental para que os animais possam entrar o mais cedo possível no sistema, otimizando assim o uso da área. O coroamento pode ser feito por capina manual ou com herbicidas pré e pós-emergentes, mantendo-se um raio mínimo de 1 m da muda livre de plantas daninhas (Figura 16).



Fotos: Ademar P. Serra

Figura 16. (A) Coroamento com capina manual e (B) coroamento com herbicida.

Quando herbicidas não seletivos são utilizados, é necessário que se utilize mecanismos para evitar a deriva dos mesmos. Além de se proteger as mudas, o uso do acessório conhecido por chapéu de Napoleão na ponta da lança de pulverização costuma ser uma boa opção para evitar-se a deriva. Há disponível no mercado o herbicidas pré-emergente com princípio ativo Oxifluorfem, sendo esse seletivo para o eucalipto.

O coroamento nas linhas de eucalipto é recomendado até o segundo ano, lembrando que especialmente no início, a utilização de herbicidas nas culturas anuais apresenta mais riscos de fitotoxicidade para o eucalipto, assim como os herbicidas recomendados para as árvores podem afetar as culturas anuais se não forem usados cuidadosamente. Um engenheiro agrônomo deve ser sempre consultado.

Uso de cultura anual de grãos na implantação do sistema

O retorno econômico do componente arbóreo em sistemas de ILPF acontece em médio e longo prazo. Dessa forma, a utilização de culturas anuais no primeiro e segundo ano proporciona uma amortização de parte do investimento de implantação, bem como nos custos de renovação das pastagens quando o sistema já está em andamento.

A escolha da cultura anual dependerá da aptidão agrícola da região em que o sistema será implantado. Na região do Cerrado brasileiro, as culturas tradicionais como soja, milho, sorgo e arroz, vêm sendo empregadas de forma satisfatória para compor o componente lavoura do sistema.

Em sistemas de ILPF, via de regra, as práticas para instalação da cultura anual, como época de plantio, espaçamento, população de plantas, adubação e tratos culturais seguem as recomendações técnicas para cada região.

Em sistemas maiores, usualmente se utiliza a cultura do milho para silagem ou grão em consórcio com forrageira (sistema Santa Fé) ou a cultura da soja, que normalmente demandam uma melhor infraestrutura regional. Ambas têm apresentado bons resultados econômicos em diversas regiões do Brasil. A soja vem sendo inserida no primeiro e segundo ano de instalação do sistema (Figuras 17 e 18).

Fotos: Ademar P. Serra



Figura 17. Cultura de soja em sistema de ILPF em implantação, com eucalipto recém plantado em fileira simples e (B) Colheita da soja em sistema de ILPF em implantação com produtividade média de 49 sacos por hectare.

Fotos: Ademar P. Serra



Figura 18. (A) Cultura da soja em sistema de ILPF segundo ano, com árvores de eucalipto com 12 meses e (B) soja em estágio R8, com produtividade média de 61 sacos por hectare.

Há também a possibilidade da cultura anual, preferencialmente a soja, ser reinserida no sistema a cada quatro anos com a finalidade de melhorar a fertilidade do solo, reciclando nutrientes e deixando adubação residual para a forrageira. Nesse caso, é necessário o desbaste de árvores para aumentar a incidência de luz para a cultura anual e a forrageira. O plantio direto deve ser utilizado sempre que possível.

Uso de cultura anual para cobertura do solo

Na escolha da espécie a ser utilizada para cobertura do solo, o volume de produção e o tempo de permanência da palha sobre o solo é importante para assegurar uma boa cobertura. Espécies que apresentem alta taxa de decomposição não são interessantes para utilizar como cobertura do solo, a menos que essa espécie seja utilizada visando o incremento do nitrogênio, como as leguminosas.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma das espécies vegetais mais utilizadas para cobertura do solo na região do Cerrado (Figuras 19 e 20). Essa espécie é semeada no outono, após a colheita da soja, ou no início da primavera, para formar palhada para a próxima semeadura da soja.



Fotos: Ademar P. Serra

Figura 19. Plantio direto do milheto para cobertura do solo, sobre a palhada da soja.



Fotos: Ademar P. Serra e Davi J. Bungenstab

Figura 20. Milheto para cobertura do solo em sistema de ILPF.

Além do milheto, há outras boas opções para cobertura do solo como *Brachiaria* sp., que podem ser cultivadas isoladamente ou em consórcio com *Crotalaria* sp. ou feijão guandu (*Cajanus cajan*) cuja cultivar atualmente mais indicada é a Mandarim (Figuras 21). Essas espécies vêm proporcionando bom resultado na produção de palhada e permanência desta sobre a superfície do solo.



Fotos: Davi J. Bungenstab

Figura 21. Feijão guandu (*Cajanus cajan*) para cobertura do solo em sistema de ILPF.

Plantio e manejo inicial da forrageira para pastagem

O plantio da espécie de forrageira deve seguir as recomendações para a espécie/cultivar que se deseja implantar na área, sendo que, *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Piatã e Xáraes, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia, e *Panicum* spp. cv. Massai, são boas opções para os sistemas de ILPF, por apresentarem boa tolerância ao sombreamento.

A forrageira usualmente entra no sistema a partir do segundo ano de sua instalação. O plantio da forrageira é realizado sobre a palhada da cultura de verão ou de inverno. Em algumas regiões, a forrageira pode ser também plantada em sistema de consórcio com o milho safrinha ou sorgo (sistema Santa Fé). Dessa forma, após a colheita do milho ou sorgo, a forrageira está com o sistema radicular estabelecido, aproveitando melhor a água e nutrientes disponíveis, potencializando o crescimento e desenvolvimento da planta.

Devido à correção do solo e adubação realizada no plantio da cultura anual, usualmente não há necessidade de aplicação de adubo no momento de plantio da forrageira (Figura 22), reduzindo seus custos de implantação.

Fotos: Ademar P. Serra



Figura 22. *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguas semeada após a colheita da soja sem adubação de plantio.

Via de regra, a adubação remanescente é suficiente para suprir as exigências nutricionais para a forrageira no início do seu desenvolvimento. Contudo, após a implantação da mesma, é importante realizar-se acompanhamento da fertilidade do solo e nutrição da planta, para se definir o momento de aplicação da adubação de manutenção. No caso de utilização da forrageira para produção de silagem ou feno, é muito importante a realização de adubação de acordo com o objetivo da produção.

Cuidados especiais de manejo do sistema

Controle de formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras, especialmente saúvas (*Atta* sp.) e quenquéns (*Acromyrmex* sp.), são pragas usuais que prejudicam o desenvolvimento das árvores de eucalipto. O controle

inadequado de formigas cortadeiras pode até mesmo inviabilizar a implantação de sistemas de ILPF, mesmo que todos os demais fatores controláveis como tipos de clone, preparo do solo, adubação e época de plantio estejam em condições ótimas.

O sucesso do plantio de eucalipto depende, portanto, de um bom monitoramento e controle preventivo de formigas cortadeiras na área e seu entorno. É necessário o controle em um raio mínimo de 100 m ao redor da área de implantação, que deve ser iniciado com antecedência mínima de dois meses do plantio das mudas. Quando o plantio das mudas de eucalipto é realizado após o plantio da cultura anual, como no caso da soja, o preparo do solo aliado com o tratamento de sementes com inseticidas a base de Fipronil auxiliam no controle de formigas na área de implantação.

Para o controle, no período de seca, podem ser utilizadas iscas granuladas formicidas, havendo um bom resultado com esse tratamento de menor impacto ambiental. Porém, esse manejo não é viável durante a estação chuvosa, quando é recomendável o uso de inseticidas em pó, aplicados diretamente nos olheiros ativos dos formigueiros.

Controle de incêndios

É de extrema importância que sejam feitos aceiros margeando a área de implantação do sistema de ILPF para evitar entrada de fogo na área (Figura 23), que pode causar grandes prejuízos ao sistema.



Foto: Roberto Giolo de Almeida

Figura 23. Queimada por entrada de fogo acidental em sistema de ILPF com dois anos de implantação.

Os aceiros são faixas de 4 a 5 m de largura, preferencialmente de ambos os lados da cerca, mantidas sem vegetação (Figura 24). Os mesmos são usualmente feitos com grade de discos, incorporando completamente a matéria vegetal, evitando-se que a mesma fique exposta a incêndios acidentais, especialmente, no período de estiagem.

Foto: Davi J. Bungenstab



Figura 24. Aceiro em sistema de ILPF.

Desramas e desbastes

A desrama, ou poda, que é a retirada dos galhos e ramos inferiores das árvores, precisa ser realizada antes da entrada de animais no sistema, pois os mesmos podem danificar as árvores e com isso prejudicar a qualidade da madeira.

A primeira desrama é realizada quando os troncos atingem em média 6 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). O manejo é feito utilizando-se serrotes e tesouras apropriadas (Figuras 25), removendo-se no máximo 1/3 da copa das árvores. O corte deve ser rente ao tronco, atentando sempre para não se deixar pontas. O momento para se realizar as demais desramas dependerá da finalidade da madeira, assunto que será tratado em capítulo específico nesta obra.



Fotos: Ademar P. Serra

Figura 25. Desrama realizada no eucalipto com 17 meses de idade em sistema ILPF.

A realização do primeiro desbaste, que é a retirada de parte das árvores do sistema, é usualmente feito entre 4 a 5 anos da implantação do sistema. Nesse caso, são retiradas árvores de forma intercalada, priorizando-se a eliminação de árvores com algum defeito de formação ou crescimento, que são usualmente destinadas para produção de carvão, lenha ou escoras para a construção civil. Essa prática, além de proporcionar um retorno econômico com a venda da madeira, aumenta a incidência de luz para a forrageira ou cultura anual a ser utilizada no sistema. O segundo e o terceiro desbastes podem ser realizados entre 8 a 9 anos e 12 a 14 anos da implantação do sistema, até o corte raso das árvores e reimplantação do sistema.

Considerações finais

Os passos aqui apresentados proporcionam o direcionamento inicial para a implantação de um sistema de ILPF com árvores de eucalipto. Boa parte das recomendações com relação ao manejo, especialmente do componente arbóreo, valem também para sistemas silvipastoris, onde não há o cultivo de grãos. Da mesma forma, muitas das recomendações feitas para o eucalipto devem ser seguidas também quando se utiliza outra espécie arbórea.

Portanto, conhecer as principais etapas da implantação do sistema, familiarizar-se com as técnicas e conhecer riscos e dificuldades, é fundamental para que o produtor-empreendedor faça um bom planejamento de seu sistema. Todas as orientações aqui apresentadas devem fazer parte de um conjunto, compondo um amplo projeto de implantação do sistema. Para isso, é fundamental que o produtor faça um planejamento detalhado de todo o empreendimento, considerando cada fase de cada cultura bem como as várias interações entre as mesmas e seus efeitos recíprocos.

O capítulo seguinte trata exatamente de métodos e ferramentas eficientes de planejamento, com exemplos práticos baseados nas informações aqui apresentadas, visando torna-las ainda mais úteis, aumentando as chances de sucesso de produtores de vanguarda que decidirem pela implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.



Alexandre M. Brighenti dos Santos

Capítulo 23

Manejo de Plantas Daninhas e Forrageiras em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Alexandre Magno Brighenti
Marcelo Dias Muller
Carlos Eugênio Martins
Wadson Sebastião Duarte da Rocha
Paulino José Melo Andrade
Fausto de Souza Sobrinho
Leonardo Henrique Ferreira Calsavara
Andréia Ferreira Machado

Introdução

De acordo com o Portal da Integração Lavoura-Pecuária (2008), existem alguns objetivos específicos contemplados no desenvolvimento da iLPF especialmente relacionados com os aspectos de cultivo:

- definir estratégias de correção e adubação de solo para implantação da semeadura direta em pastagens degradadas;
- avaliar o comportamento de culturas anuais, cultivadas em consórcio com diferentes plantas forrageiras, em áreas de pastagens degradadas e de agricultura de grãos, em diferentes condições edafoclimáticas;
- selecionar forrageiras mais adaptadas para cobertura de solo em sistemas de semeadura direta e/ou alimentação animal na entressafra;
- definir o manejo de herbicidas para reduzir e/ou eliminar a competição da forrageira com a cultura anual, possibilitando também a produção de forragem na entressafra;

O último item é muito importante, pois diferentemente das monoculturas tradicionais, quando se associam vários cultivos implantados simultaneamente, o controle de espécies daninhas torna-se mais complexo. Também há necessidade de se manejar corretamente a espécie forrageira para que não haja interferência da mesma nos cultivos em consórcio, com possibilidades de prejuízos à produtividade.

Vantagens da iLPF

A implantação de sistemas de iLPF possibilita ao agricultor alcançar rendimentos satisfatórios de madeira e grãos, concomitantemente à recuperação ou renovação da pastagem, de forma mais rápida e econômica. Além disso, as pastagens utilizam-se dos nutrientes residuais da lavoura, com sistemas radiculares capazes de explorar maiores profundidades e volumes de solo. Essa tecnologia também possibilita e favorece a sucessão/rotação de culturas anuais e forrageiras, proporcionando os benefícios já conhecidos e desejados.

Quando o objetivo é também a obtenção de palhada para o sistema de semeadura direta, há um aumento considerável dos teores de matéria orgânica no solo, em função das plantas forrageiras serem eficientes no acúmulo de biomassa. Esse incremento de matéria orgânica tem ação positiva sobre a atividade da macro e microfauna do solo, auxilia na agregação das partículas, facilitando a infiltração de água no perfil. Consequentemente, possibilita a redução da erosão e do escorrimento superficial (Palm et al., 2001). Além do mais, o aumento do teor de matéria orgânica favorece a maior porosidade e reduz a compactação do solo; também reflete no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva e, assim, possibilita maior armazenamento e retenção de nutrientes pelo solo (Vilela et al., 2003).

As forrageiras tropicais não são intensamente atacadas por insetos e doenças comuns às plantas cultivadas, quebrando o ciclo de vida dessas pragas. O uso da iLPF tem auxiliado na superação desses problemas advindos da agricultura tradicional como insetos-pragas,

doenças (Kluthcouski et al., 2000), nematóides (Vilela et al., 1999) e plantas daninhas (Cobbuci et al., 2001). Esse fato possibilita a utilização de menores quantidades de produtos fitossanitários (Oliveira et al., 2001), reduzindo enormemente os custos de produção. A palha da braquiária tem contribuído para diminuição da intensidade de ataque de doenças como o mofo-branco e podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* na cultura do feijoeiro (Kluthcouski et al., 2000). Existe ainda a opção em utilizar a gramínea forrageira como fonte de biomassa seca, ou palhada, para cobertura do solo, imprescindível para a implantação da semeadura direta (Vilela et al., 2003). A palhada sobre o solo exerce efeitos físico e químico sobre as plantas daninhas, proporcionando redução considerável da emergência e do estabelecimento dessas espécies, principalmente as infestantes de inverno (Cobbuci et al., 2001).

As forrageiras são eficientes em aumentar a população de fungos micorrízicos nativos, aumentando a capacidade dessas plantas em absorver nutrientes do solo, principalmente o fósforo (Miranda et al., 2001).

Existe também a possibilidade de inserção de árvores que trazem inúmeros benefícios ao sistema tais como a maior disponibilização de nutrientes para as culturas e forrageiras em consórcio; maior produção de biomassa e proteção do solo. Além disso, as árvores absorvem nutrientes de camadas mais profundas no perfil do solo, disponibilizando-os mais à superfície e ao alcance das forrageiras e das culturas anuais. No que concerne ao sombreamento proporcionado pelo componente florestal, o conforto térmico propiciado pelo mesmo aos animais em pastejo contribui para o maior ganho de peso (Paciullo et al., 2006).

Como consequência dos vários benefícios citados anteriormente, é possível observar maiores produções de grãos, carne, leite, madeira; produtores mais capitalizados; geração de empregos diretos e indiretos e, garantia do desenvolvimento e da sustentabilidade econômica do setor rural.

Implantação dos cultivos e da espécie forrageira

Em relação ao componente florestal, a espécie mais empregada nesse sistema tem sido o eucalipto (Figura 1). Contudo, outras espécies também podem ser utilizadas e as pesquisas têm caminhado no sentido de proporcionar alternativas ao agricultor.



Fotos: Alexandre Magnos Brighenti

Figura 1. Implantação do componente florestal com eucalipto consorciado com braquiária.

Ao se determinar a área a ser utilizada para implantação da espécie florestal e dos cultivos anuais mais forrageiras, há necessidade prévia de combate às formigas cortadeiras, tanto na área em questão quanto nas áreas adjacentes. Também, a correção da acidez e a descompactação do solo devem ser realizadas previamente. De preferência, a aplicação do calcário deve ser efetuada seis meses a um ano antes da implantação das culturas anuais.

Quando se emprega o sistema de semeadura direta, é necessário realizar a dessecação pré-semeadura das culturas, a fim de controlar as espécies daninhas, plantas de cobertura ou plantas voluntárias presentes na área. Alguns herbicidas são indicados para aplicação antes da semeadura dos cultivos e citados na Tabela 1.

Tabela 1. Herbicidas e suas dosagens usuais para dessecação em pré-semeadura das culturas anuais e pré-plantio das espécies florestais.

Nome Técnico	Nome comercial	Concentração g i.a/L g e.a./L	Doses[1]	
			kg i.a./ha kg e.a./ha	L p.c./ha
Paraquat[2]	Gramoxone	200	0,3 a 0,6	1,5-3,0
2,4-D[3]	Diversos	670 a 720	0,5 a 1,1	0,8 a 1,5
Paraquat + Diuron	Gramocil	200 + 100	0,4-0,6 + 0,2-0,3	2,0 a 3,0
Glyphosate	Diversos	360 a 720	0,36 a 2,16	1,0 a 6,0
Glyphosate Potássico	Zap QI	500	0,35 a 2,0	0,7 a 4,0

[1] Doses: i.a. (ingrediente ativo), e.a. (equivalente ácido) e p.c. (produto comercial);
[2] Adicionar 0,1 a 0,2 % v/v de adjuvante não iônico (Agral);
[3] Estar atento para problemas de deriva, podendo afetar culturas sensíveis próximas à área de aplicação. Manter intervalo de 10 dias entre a aplicação e a semeadura da soja e do girassol.

As aplicações dos herbicidas são mais comumente realizadas por meio de pulverizadores de barra tratorizados (Figura 2A) ou mesmo pulverizadores manuais utilizados em áreas menores ou com acentuado declive (Figura 2B).

Fotos: Alexandre Magnos Brighenti

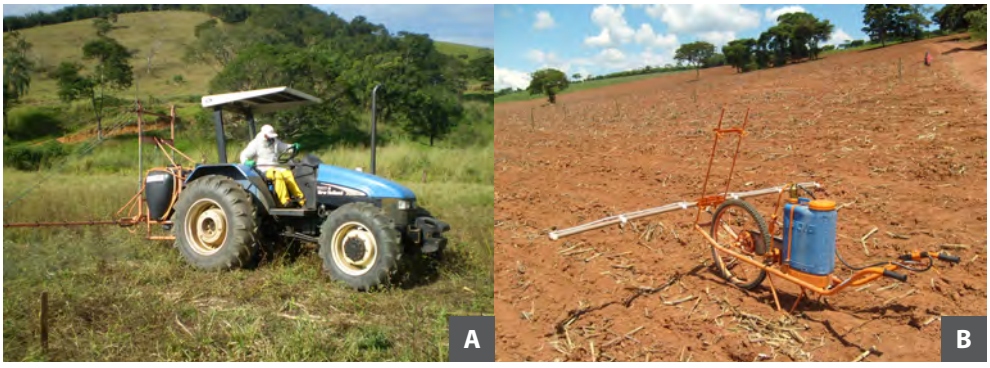


Figura 2. Pulverizador de barra tratorizado (A) e pulverizador manual (B).

A forma de implantação do consórcio de culturas anuais e espécies forrageiras deverá ser escolhida em função da operacionalidade das atividades na propriedade.

Semeadura direta

No sistema de semeadura direta, faz-se a dessecação pré-semeadura, conforme as opções de herbicidas descritas na Tabela 1.

A implantação da cultura produtora de grãos e da forrageira, de preferência, deve ser realizada concomitantemente, a fim de evitar o rápido estabelecimento de espécies infestantes. Essa, usualmente é feita com plantio mecanizado.

Em pequenas propriedades e também em regiões de relevo acidentado, pode ser utilizada a matraca (Figura 3A) ou também semeadoras de plantio direto de uma linha de tração animal (Figura 3B). Nessas duas situações, as sementes da braquiária são misturadas ao adubo de semeadura. Neste caso, normalmente, é recomendado 2 a 4 kg de sementes puras viáveis (100 % de valor cultural) por hectare (Ferreira et al., 2007). Essas sementes devem ser misturadas no mesmo dia da semeadura, para que o adubo não prejudique o processo germinativo. Existe também a opção de utilização das semeadoras tradicionais de plantio direto, colocando as sementes da forrageira no compartimento de adubo, conforme descrito anteriormente.



Fotos: Alexandre Magnos Brighenti

Figura 3. Matraca (A) e semeadora de plantio direto de uma linha de tração animal (B).

Uma outra opção de implantação do consórcio envolvendo as culturas anuais e forrageiras é utilizando semeadoras de plantio direto múltiplas de grãos e pastagem, conforme Figura 4. Esses implementos possuem compartimentos separados de sementes maiores (milho, soja, feijão e girassol) e de sementes menores (braquiárias, *Panicum*). Dessa forma, não é necessário misturar as sementes da forrageira ao adubo de semeadura.

Foto: Alexandre Magnos Brighenti



Figura 4. Semeadora múltipla de grãos e pastagem.

Manejo de herbicidas para supressão da pastagem consorciada com culturas anuais

Os estudos envolvendo o consórcio de culturas anuais com forrageiras revelam que, em média, a presença da forrageira reduz a produtividade da lavoura em 5% (Alvarenga, 2006). A fim de evitar esse prejuízo, existe a possibilidade de aplicação de doses reduzidas de herbicidas, imprescindíveis à supressão do crescimento da forrageira, evitando sua interferência sobre a cultura produtora de grãos.

No caso do milho, uma das combinações mais utilizadas é a mistura de atrazine mais nicosulfuron (Freitas et al., 2005; Jakelaitis et al., 2005, 2006). O herbicida atrazine tem como função o controle das espécies daninhas de folhas largas e o nicosulfuron, aplicado em subdose (4 g i.a. ha^{-1}), se encarrega da supressão temporária das plantas de braquiária (Figura 5A). No final, ao se colher o milho, há o restabelecimento da pastagem. Essa supressão se faz importante pois, caso contrário, a braquiária pode interferir sobre o crescimento e o desenvolvimento do milho e, consequentemente prejudicar a sua produtividade (Figura 5C).

Em relação à cultura do feijoeiro, há a possibilidade em se utilizar o herbicida tepraloxydim que, em doses baixas (6 g i.a. ha^{-1}), também é capaz de retardar o crescimento da braquiária (Figura 5B). Quando não se aplica o herbicida, a braquiária pode ultrapassar o dossel da cultura, competindo com as plantas de feijão, com possibilidade de redução da produtividade e dificultando, até mesmo, a colheita (Figura 5D).



Fotos: Alexandre Magnos Brighenti

Figura 5. Controle de plantas daninhas e supressão do crescimento da braquiária com a aplicação de atrazine mais nicosulfuron na cultura do milho (A) e tepraloxydim na cultura do feijão (B) e as testemunhas sem aplicação na cultura do milho (C) e do feijoeiro (D).

Outra cultura que vem sendo pesquisada nos sistemas de iLPF é o girassol. Ao se utilizar genótipos convencionais, como por exemplo, o híbrido Aguará 4, a aplicação de subdoses de herbicidas graminicidas, em pós-emergência, é vantajosa para o sucesso do consórcio, evitando a competição da gramínea forrageira com a cultura. A aplicação é feita normalmente no estádio fenológico V4-V6 do girassol e as plantas de braquiária com 2 a 3 perfilhos, com altura média de 15 a 20 cm. Nesse caso, o fluazifop-p-butyl (12,5 e 25,0 g i.a. ha^{-1}) é um graminicida potencial na supressão da *B. ruziziensis* (Figuras 6 e 7, respectivamente) (Brighenti et al., 2011). Essa prática proporciona a redução no crescimento inicial da espécie forrageira sem causar a morte das plantas e assim permitindo a recuperação posterior da pastagem.

Fotos: Alexandre Magnos Brighenti



Figura 6. Supressão do crescimento da *Brachiaria ruziziensis* aos 14 DAA (dias após a aplicação do herbicida) (A) e recuperação das plantas aos 48 DAA (B), em função da dose de 12,5 g i.a. ha^{-1} de fluazifop-p-butyl.

Fotos: Alexandre Magnos Brighenti



Figura 7. Supressão do crescimento da *Brachiaria ruziziensis* aos 14 DAA (dias após a aplicação do herbicida) (A) e recuperação das plantas aos 48 DAA (B), em função da dose de 25,0 g i.a. ha^{-1} de fluazifop-p-butyl.

As doses aplicadas deste herbicida são bastante seletivas para a cultura do girassol, cujas plantas não apresentam nenhum sintoma de injúria.

Próximo ao estádio de maturação fisiológica e senescência dos cultivos anuais, ocorre gradativamente maior penetração de luz nas entrelinhas das culturas produtoras de grãos. Esse fato permite que a espécie forrageira se restabeleça mais rapidamente, a fim de recobrir o solo e recuperar a pastagem (Figura 8).



Fotos: Alexandre Magnos Brighenti

Figura 8. Restabelecimento da pastagem de braquiária após a aplicação de doses reduzidas de nicosulfuron na cultura do milho (A) e de fluazifop-p-butyl na cultura do girassol (B).

Existe também a possibilidade de utilização da forrageira como palhada para semeadura direta de culturas anuais em safra de verão. Nesse caso, há recuperação da pastagem em função da utilização pelo pasto da adubação realizada para implantação e condução da cultura principal. Um exemplo disso é a dessecação da pastagem de grama Estrela-Africana (*Cynodon nlemfuensis*) visando à semeadura direta da cultura do milho (Brighenti et al., 2012, 2013). Doses de glyphosate que variam de 1.214 a 1.492 g e.a. ha^{-1} retardam o crescimento inicial das plantas da grama Estrela-Africana, evitando sua competição com a cultura do milho e permitindo a recuperação posterior da pastagem (Figuras 9 e 10).

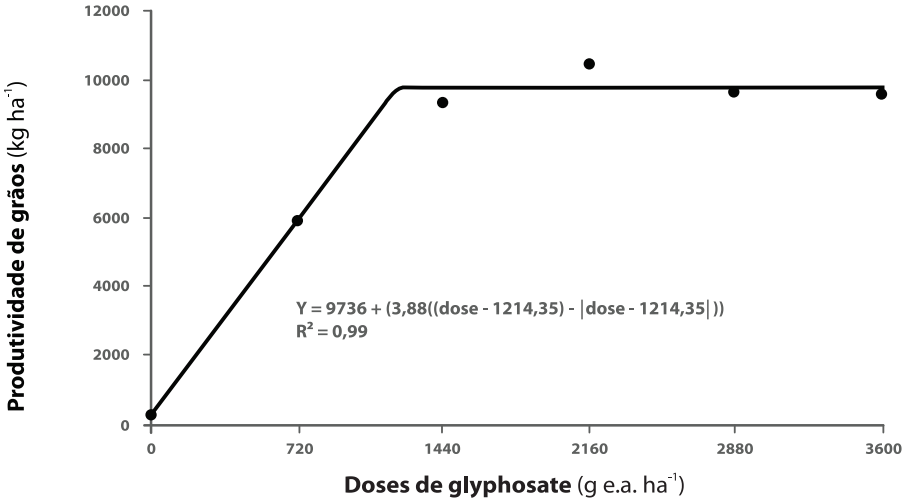


Figura 9. Produtividade de grãos da cultura do milho (kg ha^{-1}) em função da aplicação das doses do equivalente ácido do herbicida glyphosate em dessecação pré-semeadura.

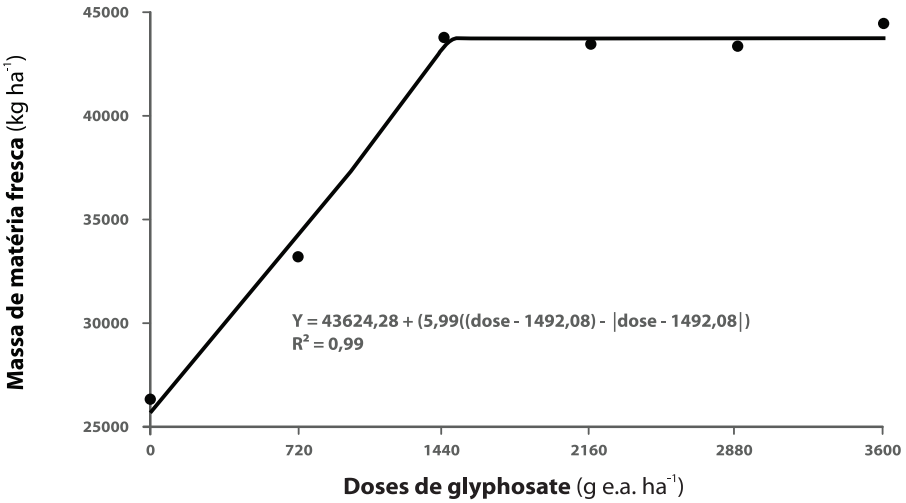


Figura 10. Produtividade de matéria fresca de plantas de milho (kg ha^{-1}) em função da aplicação das doses do equivalente ácido do herbicida glyphosate em dessecação pré-semeadura.

Aos 30 dias após a colheita do milho, observa-se o restabelecimento da pastagem de grama Estrela-Africana. Levando em consideração a cultura do milho com o objetivo de obtenção de grãos, a dose de 1.214 g e.a. ha^{-1} proporcionou 9.386 kg ha^{-1} de matéria fresca da grama Estrela-Africana (Figura 11).

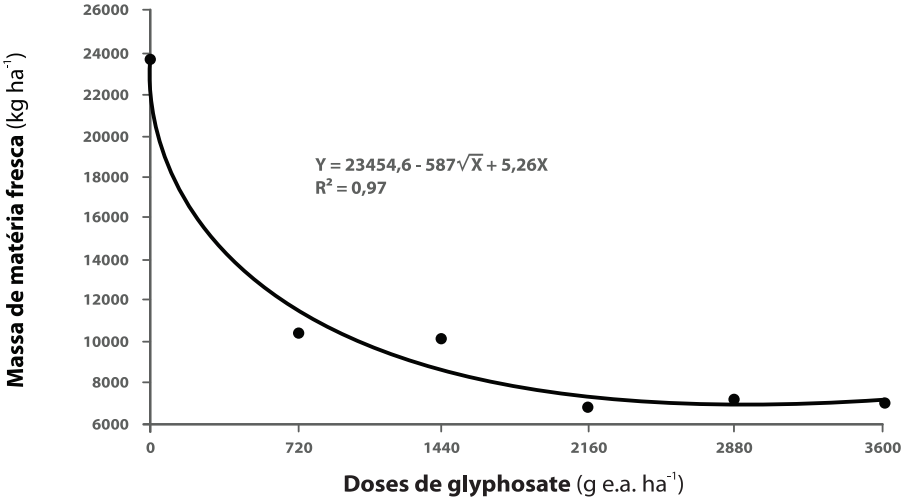


Figura 11. Produtividade de matéria fresca de plantas de grama Estrela-Africana aos 30 dias após a colheita do milho em função da aplicação de doses do herbicida glyphosate.

Considerações Finais

Atualmente, o manejo de plantas daninhas e forrageiras em sistemas consorciados como os de iLPF é bastante complexo. Com a expansão desse sistema, caso não sejam envidados esforços em se pesquisar formas mais adequadas de manejo correto de espécies infestantes e forrageiras, corre-se o risco de haver prejuízos consideráveis ao consórcio. A prática de aplicação de subdosagens de herbicidas é uma tecnologia viável no sentido de retardar o crescimento da espécie forrageira, evitar a competição com a cultura produtora de grãos e garantir a recuperação posterior da pastagem. Além do que, novas espécies florestais, culturas anuais e forrageiras tem sido consideradas como potenciais e com possibilidade de inserção nos diferentes sistemas de iLPF. Esse fato estimula os pesquisadores em desenvolver práticas inovadoras no manejo de plantas daninhas e forrageiras, que sejam de fácil adoção pelos produtores rurais e capazes de manter a sustentabilidade, a continuidade e a expansão dessa tecnologia.

Referências:

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, C.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura pecuária**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 12 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 80).

BRIGHENTI, A. M.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W. S. D.; CALSAVARA, L. H. F.; NICODEMOS, L. C. Capacidade de restabelecimento da grama-estrela-africana após aplicação de glifosato em pré-semeadura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1443-1448, out. 2012.

BRIGHENTI, A. M.; ROCHA, W. S. D.; SOUZA SOBRINHO, F.; CASTRO, C.; MARTINS, C. E.; MULLER, M. Application of reduced rates of ACCase-inhibiting herbicides to sunflower intercropped with *Brachiaria ruziziensis*. **International Scientific Journal of Helia**, v. 34, n. 54, p. 39-48, July 2011.

BRIGHENTI, A. M.; VIEIRA, P. H. S. Recovery of *Cynodon nlemfuensis* pasture after desiccation with glyphosate in pre-sowing of maize. **Applied Research & Agrotecnology**, v. 6, n. 2, p. 57-64, 2013.

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 SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais**... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 123).

FERREIRA, L. R.; QUEIROZ, D. S.; MACHADO, A. F. L.; FERNANDES, L. O. Formação de pastagens em sistemas de integração. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 52-62, set./out. 2007.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagens via consorcio de *Brachiaria brizantha* com milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 49-58, jan./mar. 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F.; SILVA, L. P.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeito de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 53-60, jan./abr. 2006.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-67, jan./mar. 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio de rotação de culturas nos sistemas agrícolas dos cerrados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 42).

OLIVEIRA, I. P. de; ROSA, S. R. A. da; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. da. Palhada no Sistema Santa Fé. **Informações Agronômicas**, n. 93, p. 69, 2001.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; PIRES, M. F. A. Sistemas silvipastoris para a produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 23., 2006, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 327-351.

PALM, C. A.; GILLER, K. E.; MFONGOYA, P. L. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, n. 1-2, p. 63-75, Sept. 2001.

PORTAL da Integração Lavoura-Pecuária. 2008. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/snt/ilp/index.htm>. Acesso em: 20 nov. 2008.

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. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 145-170.

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração lavoura-pecuária**: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 31p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).



Capítulo 24

Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração

Roberto Giolo de Almeida
Rodrigo Amorim Barbosa
Ademir Hugo Zimmer
Armindo Neivo Kichel (in memoriam)

O potencial dos sistemas de produção em integração no Brasil

A Embrapa tem intensificado o desenvolvimento e a transferência de tecnologias para recuperação e intensificação de pastagens com sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), como o Sistema Barreirão, o Sistema Santa Fé, o Sistema Santa Brígida, o Sistema São Mateus, dentre outros, e, mais recentemente, com sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Atualmente, com a crescente demanda internacional por produtos agropecuários, associada à maior preocupação com os impactos ambientais causados pelos sistemas de produção, são cada vez mais requeridas tecnologias que permitam uma melhor eficiência de uso da terra com menores impactos negativos. O reflexo desta demanda sobre o Brasil, um dos únicos atores mundiais com capacidade para atendê-la, é a tendência de avanço de lavouras e de florestas plantadas sobre áreas com pastagens, principalmente, aquelas em algum estágio de degradação. Nesse sentido, apesar do indicativo de diminuição de áreas com pastagens cultivadas no Brasil, também há uma tendência de ligeiro aumento do efetivo bovino, como consequência do aumento na eficiência de uso das pastagens cultivadas remanescentes, por meio de tecnologias mais adequadas, com destaque para os sistemas de ILP e de ILPF.

A ILP, com uso de lavouras para renovação e/ou recuperação de pastagens, é uma tecnologia bem estabelecida (Kluthcouski et al., 2003), entretanto, o uso do componente florestal em sistemas pecuários ainda não é expressivo. Apesar de vários estudos mostrarem os benefícios da inclusão de árvores em pastagens, como melhoria nas características microclimáticas, na qualidade do solo, no bem-estar animal, na qualidade da forragem e na mitigação de gases de efeito estufa, além da melhoria na beleza cênica da paisagem, ainda são limitadas as informações sobre o manejo das forrageiras em sistemas de ILPF.

Por isso, neste capítulo, serão abordadas algumas alternativas de uso de forrageiras em sistemas de integração.

Alternativas de uso de forrageiras em sistemas de ILPF

A escolha das forrageiras para uso em sistemas de ILPF deve se pautar, primeiramente, na sua tolerância ao sombreamento, tendo em vista que nesta condição, as forrageiras irão priorizar o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular e retardar o início do florescimento. No entanto, quando são sombreadas, as gramíneas forrageiras tendem a apresentar melhor valor nutritivo, com maior teor de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca.

De modo geral, as gramíneas forrageiras são mais sensíveis ao sombreamento na fase de estabelecimento do que na fase produtiva, sendo que, para níveis de sombreamento de 30% a 50%, as gramíneas *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã), *B. decumbens* (cv. Basilisk), *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia) e *Panicum* spp. (cv. Massai) são consideradas tolerantes e com produção satisfatória em sistemas de ILPF. Desse modo, o estabelecimento de gramíneas forrageiras a partir do primeiro

ano do plantio das árvores tende a ser mais efetivo do que em sistemas com árvores já desenvolvidas e com maior sombreamento.

O manejo de forrageiras em ILPF deve ser mais criterioso, ou seja, deve-se evitar a todo custo manter a altura de pastejo abaixo do recomendado para a forrageira em questão, para permitir maior acúmulo de reservas e favorecer a rebrotação.

Quanto às forrageiras leguminosas, de modo geral, elas tendem a ser menos tolerantes ao sombreamento do que as gramíneas. Essas espécies têm baixa persistência em períodos de sombreamento maiores que dois anos. Dentre as medianamente tolerantes encontram-se: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), centrosema (*Centrosema pubescens*) e puerária ou kudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*). O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é considerado como tolerante ao sombreamento, entretanto, apresenta lento processo de estabelecimento, enquanto os estilosantes (*Stylosanthes* sp.) e o siratro (*Macroptilium atropurpureum*) são considerados de baixa tolerância ao sombreamento. Portanto, recomenda-se que as leguminosas sejam utilizadas na fase inicial do sistema de ILPF, mesmo que em monocultivo, visando melhoria da fertilidade do solo, ou em consórcio com gramíneas, visando a melhoria na qualidade da dieta do rebanho.

Uso de forrageiras em ILP

Na recuperação ou renovação de pastagens degradadas com uso da agricultura, as culturas podem ser utilizadas apenas no momento inicial, em monocultivo ou em consórcio com a forrageira que se pretende implantar, ou podem ser utilizadas em ciclos de dois ou mais anos, de acordo com os objetivos do sistema de produção, retornando, posteriormente, com a implantação da pastagem.

Durante a fase produtiva ou de manutenção da pastagem, estima-se que, no primeiro ano do estabelecimento, a produção forrageira e animal sejam, em média, de 30% a 40% superiores em relação aos três ou quatro anos subsequentes, quando o potencial produtivo não é limitado por problemas de clima, solo ou manejo animal inadequado. Neste período, também, são indicados sistemas de integração com lavouras intercalares, para melhorar a fertilidade do solo e manter a capacidade produtiva da pastagem em sucessão à cultura (Macedo, 2001; Zimmer et al., 2004).

Na década de 1980 foi desenvolvida uma tecnologia para recuperação de pastagens degradadas na região dos Cerrados, denominada Sistema Barreirão, que consiste no preparo total do solo, com correção e adubação, antes da implantação de culturas de grãos, como arroz, milho, milheto ou sorgo, em consórcio com gramíneas forrageiras perenes, principalmente, braquiárias e andropógon. Esta tecnologia permite o estabelecimento da pastagem logo após a colheita dos grãos e a amortização parcial ou total dos investimentos empregados no processo de recuperação, com a receita proveniente da comercialização dos grãos. Geralmente, culturas com maior custo de implantação, como o milho, possibilitam menor amortização com a recuperação, entretanto, em decorrência do maior efeito residual dos fertilizantes, tendem a proporcionar maior produtividade da pastagem em sequência.

O uso de forrageiras anuais como o milheto e o sorgo de corte e pastejo também é comum na recuperação de pastagens degradadas. Essas forrageiras anuais podem ser semeadas em monocultivo ou em consórcio com gramíneas forrageiras perenes, geralmente, as dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, tanto no verão como em semeaduras tardias (safrinha). As forrageiras anuais possibilitam a disponibilidade de pasto em 30 a 60 dias antes das gramíneas forrageiras perenes e maior produtividade de carne durante o ciclo da cultura, podendo-se amortizar parcialmente os custos variáveis da recuperação, porém, em menor proporção do que com as lavouras de grãos.

Na década de 1990, foi desenvolvida a tecnologia denominada "Sistema Santa Fé" com uso de gramíneas forrageiras tropicais em consórcio com culturas anuais, em sistema de plantio direto ou convencional. Essa tecnologia foi desenvolvida com o objetivo de produzir forragem na entressafra e/ou palhada para o sistema plantio direto no ano agrícola subsequente. Entretanto, a mesma pode ser utilizada também na recuperação/renovação de pastagens. Tais sistemas são mais intensivos e especializados, tendo usualmente, a lavoura como objetivo principal, e demandando também forrageiras mais produtivas, como as do gênero *Panicum*. Todavia, gramíneas desse gênero são mais suscetíveis a erros de manejo. Por isso, geralmente, os produtores preferem forrageiras do gênero *Brachiaria*, devido à sua maior facilidade de manejo, tais como: limites mais amplos de altura de pastejo, maior capacidade de rebrotação e de cobertura do solo, além de menor formação de touceiras e maior facilidade de dessecação. Para manter o sistema em condições ótimas, é importante utilizar taxas de semeadura mais elevadas e combinações de alta intensidade e frequência de pastejo, visando aumentar a densidade populacional de perfilhos, modificando a estrutura das touceiras e favorecendo uma maior cobertura do solo.

Para o uso de forrageiras em sistemas de integração, que apresentam maior complexidade, nível de intensificação e valor agregado do produto, deve-se fazer, inicialmente, um diagnóstico das condições do sistema de produção e adotar técnicas adequadas para estabelecimento e manejo das forrageiras selecionadas, para a obtenção de resultados compatíveis com o potencial esperado. No estabelecimento, deve ser dada muita atenção para a escolha da espécie ou cultivar, qualidade da semente, taxa de semeadura, época e método de semeadura.

Um aspecto importante que alicerça o cultivo consorciado de culturas anuais e gramíneas forrageiras perenes é o fato de que as forrageiras apresentam lento acúmulo de biomassa durante o período em que as culturas anuais sofrem maior interferência por competição. Em condições favoráveis de solo e clima, entretanto, as gramíneas forrageiras perenes podem competir com as culturas anuais, diminuindo ou inviabilizando a produção de grãos e, neste contexto, como forma de amenizar a competição das forrageiras, pode-se fazer uso de estratégias como aplicação de subdoses de herbicidas em estágios iniciais de desenvolvimento da forrageira; realização de semeadura mais profunda da forrageira, juntamente com o fertilizante; ou semeadura da forrageira após a cultura de grãos já estabelecida.

Em meados da década de 2000, também foi desenvolvida uma tecnologia, denominada "Sistema Santa Brígida", para consórcio de leguminosas com a cultura do milho, com ou sem gramíneas forrageiras, com a função de adubos verdes, melhorando o aporte de nitrogênio, via fixação biológica, para a cultura consorciada e subsequente (Oliveira et al., 2010).

Estudos realizados na Embrapa Gado de Corte, com várias gramíneas forrageiras perenes em consórcio com as culturas do milho e do sorgo, implantadas na safra e na safrinha para produção de grãos, têm demonstrado que os capins Piatã e Massai apresentam menor competição com estas culturas, enquanto o capim-mombaça apresenta maior competitividade, necessitando do uso de herbicidas em subdosagem (Kichel et al., 2009). Estes consórcios também podem ser utilizados para produção de silagem, principalmente na safra, entretanto, nestas condições, como o corte é antecipado e mais drástico, o período para restabelecimento do capim para pastejo é maior do que após a colheita dos grãos da cultura. Estratégias de colheita da forragem em maior altura, bem como o uso de maiores doses de adubação, devido à maior extração de nutrientes para silagem, são fundamentais para um melhor estabelecimento da forrageira em sequência.

Nas condições de Cerrado, o consórcio de milho safrinha com braqui¬árias permite manter a produção de grãos de milho safrinha e aumentar a produção de palha, buscando viabilizar o plantio direto de qualidade, em sistemas que adotam a sucessão soja-milho safrinha. Além disso, têm sido observados incrementos na produtividade da soja, variando de 3 a 12 sacas/ha, em áreas anteriormente cultiva¬das com milho e gramíneas forrageiras perenes (Kichel et al., 2012).

De acordo com Macedo (2009), sistemas de ILP que utilizam ciclos de três anos de pastagem seguidos de um ano de lavoura ou de quatro anos de pastagem seguidos de quatro anos de lavoura, apresentam maior produção animal, com o adicional da produção de grãos, além dos efeitos positivos na qualidade do solo, demonstrando maior eficiência econômica do que sistemas pecuários extensivos ou que fazem uso de adubação de manutenção e/ou de leguminosas.

Para regiões com solos arenosos e distribuição irregular das chuvas, foi desenvolvida a tecnologia denominada "Sistema São Mateus", que visa a recuperação da pastagem para permitir condições adequadas de plantio direto para a introdução de lavouras em rotação com a pastagem (Salton et al., 2013).

Uso de forrageiras em ILPF

O componente arbóreo, por ter mais tempo de permanência no sistema, e por ter grande influência na produtividade dos demais componentes (lavoura, forrageira e animal), deve ser escolhido com muito cuidado, a partir do diagnóstico das condições e dos objetivos do sistema de produção, assim como a definição da orientação e do arranjo espacial das árvores.

A orientação das fileiras de árvores deve seguir o nível do terreno, para favorecer a conservação do solo e da água e, no caso de terrenos com terraceamento, as fileiras de árvores devem ser implantadas no terço inferior dos terraços. Entretanto, em terrenos planos a suavemente ondulados, a orientação das fileiras de árvores deve seguir o sentido Leste-Oeste, que permite maior incidência luminosa no sub-bosque. No caso da necessidade de orientação das fileiras de árvores no sentido Norte-Sul, recomendam-se espaçamentos mais amplos entre fileiras de árvores.

Espaçamentos entre fileiras ou renques de árvores podem variar de 9 a 50 m, sendo que espaçamentos menores limitam a produção dos demais componentes.

Durante o primeiro ano do estabelecimento das árvores, deve-se deixar uma faixa sem vegetação, de um metro para cada lado da fileira de árvores, por meio de capina manual, mecânica ou química. Na execução dessas ações, deve-se ter cuidado com a proteção das árvores, para evitar injúrias. Na fase inicial de desenvolvimento, o efeito das árvores sobre as culturas e forrageiras é pequeno.

Quando as árvores atingem o tamanho adequado, o que possibilita a presença de animais, é importante que se faça o corte dos ramos, ou desrama, para evitar injúrias às árvores. O desbaste ou corte seletivo das árvores pode ser feito de acordo com o objetivo do sistema, servindo para reforçar o fluxo de caixa e para aumentar a entrada de luz no sub-bosque, favorecendo o desenvolvimento dos componentes associados.

A escolha de plantas forrageiras para uso nestes sistemas está focada na sua capacidade de adaptação às condições de sombreamento que podem modificar sua morfofisiologia. A baixa luminosidade promove alterações morfológicas no dossel forrageiro que permitem aumentar a interceptação de luz com menor índice de área foliar (IAF), por meio do aumento da área foliar específica (Paciullo et al., 2007).

O componente arbóreo pode trazer vantagens aos sistemas de integração pelo incremento no conteúdo de nitrogênio da gramínea forrageira sombreada, permitindo maiores ganhos por animal. Entretanto, o crescimento da forrageira pode ser limitado não somente pela condição de sombreamento excessivo, mas também, como nos sistemas tradicionais, pela baixa umidade do solo e disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio.

Em um experimento de longa duração conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, foram implantados dois sistemas de ILPF, como estratégias de renovação de pastagens degradadas de braquiária. Foi realizado preparo total do solo com semeadura da soja, em outubro de 2008. Em janeiro de 2009 foi realizado o plantio de Eucalyptus urograndis (clone H-13) em densidades de 227 árvores/ha (ILPF1) e 357 árvores/ha (ILPF2) (Figura 1). Sobre os restos culturais da soja, foi semeado o capim-piatã, em abril de 2009.

Na época, contabilizou-se um custo de implantação com insumos e serviços de R$ 2.074,00 e R$ 2.218,00, para os sistemas ILPF1 e ILPF2, respectivamente. Com a comercialização da soja (média de 2.100 kg/ha) e de uma colheita de forragem para feno (média de 4.000 kg/ha), em setembro/outubro de 2009, obteve-se amortização dos custos de 85% e 79%, para os sistemas ILPF1 e ILPF2, respectivamente. Se fosse cultivada uma nova safra, em 2010, ou mesmo uma safrinha, ainda em 2009, possivelmente, os custos dos sistemas de ILPF teriam sido totalmente amortizados aos 15 meses após o plantio do eucalipto, momento em que foram introduzidos os animais em pastagem substancialmente melhorada. Estes dados demonstram que, em situações onde já se pratica a pecuária de corte, os custos de implantação de sistemas de ILPF não chegam a ser limitantes, pois os investimentos em cercas, bebedouros e aquisição de animais não são considerados (Almeida, 2010).

Neste mesmo experimento, a pastagem de capim-piatã foi avaliada na época seca (agosto de 2010), tendo sido observado que os teores de proteína bruta na folha e no colmo da forrageira foram maiores nas áreas à sombra do que nas áreas ao sol.

Na folha, também foi observada maior digestibilidade in vitro da matéria orgânica à sombra (63,2%) do que ao sol (54,1%), indicando melhor valor nutritivo de pastos em ILPF. Também, foi observado que os animais apresentavam preferência de pastejo pelas áreas sombreadas, que favorecem o conforto térmico. Na tabela 1, são apresentados os resultados de produção animal (recria de fêmeas Nelore), em cinco experimentos realizados de novembro de 2010 a abril de 2016, tendo um sistema de ILP, com cinco árvores nativas por hectare, como comparativo.

Ao obsevar os valores relativos de produção animal por área, percebe-se que com o passar do tempo, ocorre uma diminuição na produção nos sistemas de ILPF, em relação ao sistema de ILP, devido ao aumento do sombreamento imposto pelo crescimento das árvores. No sistema ILPF1, a queda foi de 89% para 61% e, no sistema ILPF2, com maior densidade de árvores, de 85% para 31%.

Tabela 1. Ganho médio diário (GMD), ganho de peso vivo por áera (GPV) e taxa de lotação (TL) com recria de fêmeas Nelore em três sistemas de integração, Campo Grande, MS.

Sistema	GMD (g/ha)	GPV (kg/ha)	TL (UA/ha)
novembro/2010 a maio/2011 (3º ano -a)			
ILP (5 árvores/ha)	493	132 (100)	1,7
ILPF 22x2m (227 árvores/ha)	449	118 (89)	1,8
ILPF 14x2m (357 árvores/ha)	406	112 (85)	1,8
junho/2011 a julho/2012 (4º ano - b)			
ILP (5 árvores/ha)	385	537 (100)	1,5
ILPF 22x2m (227 árvores/ha)	367	459 (85)	1,3
ILPF 14x2m (357 árvores/ha)	385	334 (62)	1,0
dezembro/2013 a agosto /2014 (5º ano - c)			
ILP (5 árvores/ha)	521	266 (100)	1,5
ILPF 22x2m (227 árvores/ha)	568	231 (87)	1,3
ILPF 14x2m (357 árvores/ha)	585	168 (63)	1,0
setembro/2014 a fevereiro/2015 (6º ano - d)			
ILP (5 árvores/ha)	375	445 (100)	2,7
ILPF 22x2m (227 árvores/ha)	388	370 (83)	2,2
ILPF 14x2m (357 árvores/ha)	442	240 (54)	1,3
maio/2015 a abril/2016 (7º ano - e)			
ILP (5 árvores/ha)	412	376 (100)	1,9
ILPF 22x2m (227 árvores/ha)	510	228 (61)	1,1
ILPF 14x2m (357 árvores/ha)	541	118 (31)	0,7

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2012a; 2014b)... (2018c)... (2017d)... (2018e), Barros (2018), Gamarra (2017) e Pereira (2017).

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 1. Experimento de sistema de ILPF com pastagem de capim-piatã com duas alturas de pastejo, eucalipto em linhas simples com espaçamentos de 14 e 22 metros entre linhas.

Como estratégia para minimizar a queda na produção pecuária em sistemas de ILPF, o desbaste pode ser realizado de acordo com o objetivo do sistema de produção. No presente trabalho, o desbaste foi realizado em 2017, com a retirada de 50% das árvores do sistema ILPF1 e de 75% das árvores do sistema ILPF2, sendo que o corte das árvores remanescentes está programado para 2021.

A quantidade de árvores remanescentes permite que estes sistemas de ILPF sejam enquadrados no protocolo Carne Carbono Neutro, pois é possível neutralizar as emissões de metano dos animais em pastejo (Alves et al., 2015; Almeida et al., 2016), com potencial para maior valorização da produção (Pereira et al., 2019).

Considerações finais

As principais forrageiras cultivadas no Brasil podem ser utilizadas em sistemas de ILPF, embora não tenham sido selecionadas para esta finalidade específica. Além disso, os fundamentos do comportamento de forrageiras sob condições de sombreamento são bem conhecidos, mas estudos de longa duração sobre as interações com outros componentes em sistemas de ILPF são ainda limitados.

Sistemas de ILPF para recuperação e intensificação do uso de pastagens têm grande potencial de viabilidade, do ponto de vista técnico, ambiental e socioeconômico, frente às demandas atuais. Estes sistemas, por serem mais complexos, exigem a interação de várias áreas do conhecimento para estudos mais aprofundados e de longa duração.

Referências

ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010, Campo Grande, MS. **Anais**... Campo Grande, MS: UFMS, 2010. p. 1-10.

ALMEIDA, R. G.; GOMES, R. C.; SILVA, V. P.; ALVES, F. V.; FEIJÓ, G. L. D.; FERREIRA, A. D.; OLIVEIRA, E.; BUNGENSTAB, D. J. Carbon Neutral Brazilian Beef: testing its guidelines through a case study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE, 2., 2016, Campo Grande, MS. **Proceedings**... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2016. p. 277-281.

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; SILVA, V. P.; MACEDO, M. C. M.; MEDEIROS, S. R.; FERREIRA, A. D.; GOMES, R. C.; ARAÚJO, A. R.; MONTAGNER, D. B.; BUNGENSTAB, D. J.; FEIJÓ, G. L. D. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 29 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

BARROS, J. S.; CASTRO, L. C. S.; SILVA, F. L.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; SANTOS, D. M.; LOURES, D. R. S. Productive and nutritional characteristics of Piatã-grass in integrated systems. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 2, p. 144-156, 2018.

GAMARRA, E. L.; MORAIS, M. G.; ALMEIDA, R. G.; PALUDETTO, N. A.; PEREIRA, M.; OLIVEIRA, C. C. Beef cattle production in established integrated systems. **SEMINA. CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, v. 38, n. 5, p. 3241-3251, 2017.

KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A. Integração lavoura-pecuária-floresta e sustentabilidade na produção de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá, MT. **Anais**... Cuiabá, MT: Embrapa; Aprosoja, 2012. 3 p. 1 CD-ROM

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A. da; ALMEIDA, R. G. de **Cultivo simultâneo de capins com milho na safrinha**: produção de grãos, de forragem e de palhada para plantio direto. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 24 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 177).

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

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Planejamento de sistemas de produção em pastagens**: anais. Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p. 257-283.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia, Suplemento especial. Edição dos Anais da 46. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Maringá. v.38, p. 133-146, jul. 2009.

OLIVEIRA, C. C.; COELHO, F. S.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; COSTA, P. M.; ARAÚJO, S. A. C. Desempenho produtivo de bezerras Nelore em sistemas de integração, em duas épocas do ano. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais**... Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.

OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V.; BEHLING NETO, A.; MARTINS, P. G. M. A. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 1, p. 167-172, 2014.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 88).

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PEREIRA, M. A.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; COSTA, F. P.; ALVES, F. V. Carbon Neutral Brazilian Beef: an analysis of its economic viability for livestock sustainable intensification. In: INTERNATIONAL FARM MANAGEMENT CONGRESS, 22, 2019, Launceston, Australia. **Proceedings**... Launceston, Australia: IFMA, 2019. p. 1-13.

PEREIRA, M. **Produtividade forrageira, degradabilidade ruminal do capim-piatã e desempenho de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. **Sistema São Mateus**: sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 186).

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL. A. N.; EUCLIDES, V. P. B. Integrated agropastoral production systems. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMÉZQUITA, M. C.; AMÉZQUITA, E.; THOMAS, R. J. (Ed.). **Agropastoral systems for the tropical savannas of Latin America**. Cali: CIAT; Brasília, DF: Embrapa, 2004. p. 253-290. (CIAT Publication, 338).



David J. Bungenstab

Capítulo 25

Manejo de pastagens tropicais em sistemas silvipastoris

Domingos Sávio Campos Paciullo
Carlos Augusto de Miranda Gomide

Introdução

O Brasil possui condições privilegiadas para a produção animal a pasto, tendo em vista fatores como alto potencial de produção e grande diversidade de espécies forrageiras, extensa área territorial com possibilidade de uso para agropecuária e clima relativamente favorável em boa parte do ano, na maioria das regiões do país. A despeito do progressivo aumento dos níveis de produtividade de sistemas de produção de bovinos, em algumas regiões do país, nota-se, ainda hoje, baixa eficiência produtiva de animais em regime de pastejo. Diferentes fatores concorrem para este panorama, entre eles a degradação das pastagens, resultado de práticas de manejo inadequadas, o baixo potencial genético dos animais e o baixo nível de adoção de tecnologias comprovadamente eficazes, as quais poderiam elevar os índices de produtividade dos sistemas pecuários.

Dentre as tecnologias para produção agropecuária sustentável se destacam os sistemas silvipastoris (SSP). Esse tipo de exploração se refere ao cultivo associado de árvores e pastagens, além da criação de animais, em uma mesma unidade de manejo, na qual deve haver tanto interações ecológicas como econômicas. O nível de produtividade do sistema e sua eficiência econômica dependem, entre outros fatores, da adoção de práticas de manejo que possibilitem certo equilíbrio na competição por fatores de crescimento importantes para os componentes do sistema.

A despeito da complexidade nas interações árvore-pasto-animal, a pesquisa tem avançado, nos últimos anos, na geração de conhecimentos a respeito de práticas de manejo do sistema. Com respeito ao pasto, sabe-se que diversos fatores interferem nas suas taxas de crescimento, estrutura, valor nutritivo e persistência. A radiação solar é fundamental para o crescimento das plantas e qualquer variação na sua intensidade e na sua qualidade interfere na capacidade produtiva e no valor nutritivo do pasto. Em condições de sombreamento em SSP, o manejo da pastagem deve levar em consideração a competição por radiação, entre os componentes pasto e árvore, tendo em vista a necessidade de se produzir quantidade de forragem suficiente para alimentação dos animais, durante um longo período de tempo. O entendimento de fatores ligados ao manejo tais como fertilidade do solo, momentos de entrada e saída dos animais do piquete no pastejo rotacionado, controle da altura do pasto, entre outros, são fundamentais para nortear as práticas de manejo adotadas no sistema.

Neste capítulo serão discutidos aspectos relacionados aos efeitos do sombreamento nas características do pasto e os princípios para o adequado manejo de pastagens tropicais em SSP.

Modificações morfológicas e nutricionais de forrageiras em SSP

Sabe-se que o pasto sofre modificações morfofisiológicas, estruturais e nutricionais quando submetido à competição com o componente arbóreo por recursos de crescimento, principalmente no que se refere à competição pela radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

O aumento do sombreamento resulta em lâminas foliares e colmos mais longos, o que resulta das maiores taxas de alongamento de folhas e colmos quando as plantas são submetidas à radiação reduzida, conforme observado para gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (Lopes et al., 2011; Paciullo et al., 2011c) e *Panicum* (Castro et al., 2009). Em geral, a taxa de aparecimento de folhas não é influenciada pelo sombreamento (Paciullo et al., 2008), ou apresenta apenas aumento de pequena magnitude (Lopes et al., 2011), provavelmente pelo papel central que desempenha na morfogênese das plantas, fato que contribui para que essa seja a última característica modificada pela planta em condições adversas de crescimento (Nabinger; Pontes, 2001). O número de folhas por perfilho também apresenta pouca variação com o sombreamento (Lopes et al., 2011).

Um componente importante da produção de forragem em pastagens, fortemente influenciado pelos níveis de radiação, é o perfilhamento. O sombreamento natural proporcionado por árvores altera tanto a intensidade quanto a qualidade (relação vermelho:vermelho distante) da radiação incidente no sub-bosque (Wilson; Ludlow, 1991). Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento. Para manter o desenvolvimento do perfilho, a planta prioriza o crescimento das plantas existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos. A Figura 1 ilustra o efeito da restrição de radiação sobre a densidade de plantas de gramíneas forrageiras. Relvados submetidos à diminuição da radiação entre 18 e 36% (sombra moderada), quando comparados aos valores do sol pleno, produzem entre 80 e 88% dos perfilhos obtidos em pleno sol. Neste caso, a redução na densidade de perfilhos varia de 20 a 12%, níveis que podem ser considerados aceitáveis, tendo em vista outras respostas do pasto ao sombreamento, as quais poderão contribuir para a produção de forragem.

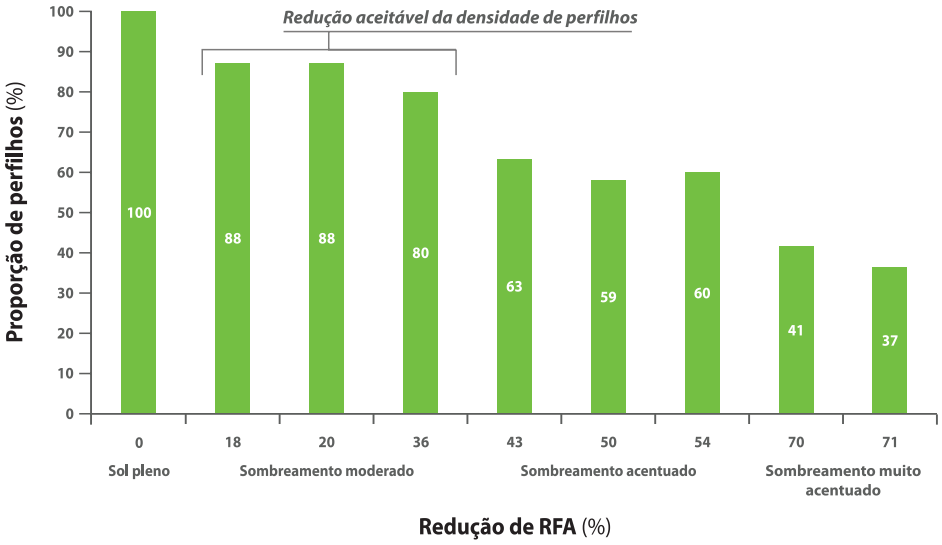


Figura 1. Representação ilustrativa da percentagem de perfilhos em pastos submetidos a diferentes graus de restrição de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em relação ao número de perfilhos em sol pleno.

Reduções acentuadas ou muito acentuadas da radiação incidente, na maioria das vezes, terão repercussões negativas no perfilhamento e na produção de forragem, podendo comprometer a persistência do pasto e leva-lo à degradação.

Quanto ao valor nutritivo, a presença do componente arbóreo interfere de maneira diferente, conforme a característica nutricional avaliada. Geralmente observam-se aumentos dos teores de proteína da forragem em SSP, o que é atribuído às melhorias das condições de solo, especialmente aumentos da umidade e atividade microbiana, que favorecem a mineralização de nutrientes, em especial o nitrogênio.

Embora os efeitos do sombreamento nos teores de fibra e na digestibilidade in vitro da matéria seca (MS) sejam variáveis, há tendência de haver menores teores de fibra, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de proteína, e maiores coeficientes de digestibilidade da matéira seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade do solo, estação do ano, entre outros.

Espécies forrageiras tropicais para SSP

O uso de espécies com bom potencial forrageiro e boa qualidade nutricional se tornou uma realidade a partir do processo de intensificação da produção a pasto nos trópicos. Gramíneas dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Cynodon* têm sido introduzidas em sistemas de pecuária devido às suas características de elevada capacidade de produção de matéria seca e bom valor nutricional. De fato, em condições tropicais, o grande potencial produtivo das gramíneas forrageiras usadas para formação de pastagens se constitui em uma das maiores vantagens competitivas, quando comparadas com gramíneas de clima temperado.

Em SSP devemos considerar que a radiação disponível para o pasto diminui com o passar dos anos. Neste sentido, é necessário associar, no momento da escolha da espécie, as características de bons potenciais produtivo e qualitativo à tolerância da forrageira ao sombreamento. Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância mediana ao sombreamento estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais, como *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum*. Gramíneas tais como *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *B. ruziziensis*, *P. maximum* cvs. Tanzânia, Massai e Vencedor apresentaram relativa tolerância ao sombreamento moderado, sendo potencialmente adequadas para SSP (Soares et al., 2009; Paciullo et al., 2011c; Santos et al., 2012).

Aspectos do manejo de pastagens em SSP

As técnicas envolvidas no manejo da pastagem devem proporcionar alta produção de forragem de bom valor nutritivo e adequado desempenho dos animais, priorizando sempre a persistência do pasto. Além disso, deve-se buscar a eficiência econômica do sistema, com o mínimo de impacto ambiental negativo. Nota-se pelas premissas do manejo de pastagens, que o alcance de todos os resultados esperados não é tarefa simples, embora quando as etapas são bem planejadas e as tecnologias aplicadas adequadamente,

são perfeitamente atingíveis. O manejo do sistema como um todo envolve o método de pastejo, práticas de adubação da pastagem, controle da estrutura e do valor nutritivo do pasto, entre outras.

Método de pastejo

Quanto ao método de pastejo, se destacam dois mais importantes: **lotação contínua** e **lotação rotacionada**. No método de lotação contínua os animais permanecem por longos períodos na mesma unidade de manejo, enquanto que na lotação rotacionada os animais são periodicamente trocados de piquetes, permanecendo no mesmo piquete por um período de tempo que varia, normalmente, entre um e sete dias. Embora o manejo de lotação rotacionada não deva ser visto como sinônimo de intensificação do uso de pastagens, esse método permite o controle direto dos intervalos entre desfolhas da forrageira. Aqui vale ressaltar que a potencialização da produção forrageira nem sempre representa a melhor estratégia sob pastejo. Assim, o prolongamento do período de descanso em gramíneas tropicais, com alta taxa de acúmulo de forragem, traz sérios prejuízos para a estrutura do dossel e para a eficiência de uso do pasto. Também a interrupção precoce da rebrotação, ou seja, o uso de períodos de descanso ou intervalos de desfolhas muito curtos, compromete a produção de forragem, pois não permite que as altas taxas de crescimento se traduzam em acúmulo de forragem, além de contribuir para o esgotamento das plantas e representar um risco potencial para persistência do pasto. Por isso, o uso do pasto no momento correto é ponto fundamental para garantir adequada estrutura para o pastejo, com claras vantagens em termos de produção por área.

No pastejo de lotação contínua, a desuniformidade do pastejo é normalmente maior que na lotação rotacionada. Em SSP, esse problema pode se agravar, tendo em vista que a pastagem está submetida a condições de radiação desuniformes, conforme o distanciamento das árvores. Como consequência, em áreas extensas de pastagem criam-se microambientes diferentes na mesma em termos de temperatura do ar, umidade do solo, estrutura do dossel e valor nutritivo da forragem, o que favorece a heterogeneidade do pastejo. O pastejo de lotação rotacionada deve ser preferido, nesta situação, porque preconiza o uso de piquetes de menor área, com uso de maiores densidades de lotação animal, o que contribui para uniformizar o pastejo e reduzir as perdas de forragem. Outra questão se refere à facilidade de implantação de cercas eletrificadas, utilizando-se as próprias linhas de árvores como referência dos limites do piquete.

Reposição de nutrientes ao solo

Outro ponto importante se refere à fertilidade do solo. Sabe-se que o solo não é fonte inesgotável de nutrientes e a reposição desses no sistema deve ser considerada para garantir as condições de rápido restabelecimento da planta forrageira. O nitrogênio é o principal nutriente responsável pela aceleração no crescimento das plantas e no incremento da capacidade de suporte da pastagem, mas seu efeito pressupõe adequada disponibilidade de fósforo e potássio no solo. De modo geral, a adubação nitrogenada não traz benefício ao desempenho do animal individualmente, mas aumenta a capacidade de suporte da pastagem e, portanto, melhora a produção por hectare.

A presença do componente arbóreo em ecossistemas de pastagens pode interferir de forma diferente nas características do solo, o que indica necessidade específica de manejo da fertilidade para cada tipo de sistema, discutidos a seguir.

Sistemas com leguminosas arbóreas e manejo extensivo

Em SSP cujo componente arbóreo é constituído exclusivamente por leguminosas com capacidade de fixação de N atmosférico, têm sido verificados aumentos nos teores de vários nutrientes no solo, assim como da matéria orgânica (Alvim et al., 2004; Paciullo et al., 2011b). As respostas positivas têm sido observadas, especialmente, em pastos estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural (Wilson, 1998; Carvalho, 2001). Neste tipo de sistema, aumentos nos teores de vários nutrientes do solo, em decorrência da presença de leguminosas arbóreas, podem estimular o crescimento da gramínea no sub-bosque e aumentar a produção de matéria seca (Alvim et al., 2004; Castro et al., 2009). Uma explicação para melhoria da fertilidade de solo sob a copa de leguminosas está relacionada à velocidade do processo de decomposição dos resíduos vegetais. A presença de leguminosas fixadoras de N, com baixa relação C/N, favorece a maior atividade dos microrganismos e acelera o processo de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (Wilson, 1996). Os efeitos esperados, particularmente em solos naturalmente pobres em nutrientes, são obtidos em longo prazo, pois dependem do crescimento das árvores e dos processos de decomposição da serapilheira das mesmas. Um exemplo do benefício de leguminosas arbóreas para a gramínea *B. decumbens* submetida a manejo extensivo foi apresentado nos trabalhos de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011b). O sistema silvipastoril foi implantado no início da década de 1990, com objetivo verificar o efeito de leguminosas arbóreas nas características de pastagens degradadas em áreas montanhosas da região Sudeste (Carvalho, 2001). Os dados obtidos após 13 anos de implantação do sistema silvipastoril indicaram aumentos significativos nos teores de vários nutrientes do solo, com reflexos positivos na massa de forragem e no conteúdo de N do pasto à medida que se aumentou a percentagem de cobertura arbórea na pastagem (Tabela 1). Esses resultados evidenciam que a inclusão do componente arbóreo constituído por leguminosas pode contribuir para recuperação e persistência de pastagens de *B. decumbens* em áreas montanhosas, onde, normalmente, é adotado manejo extensivo.

A associação de leguminosas arbóreas com árvores do gênero *Eucalyptus* pode ser opção interessante para diversificação do sistema. O eucalipto poderá ser fonte de renda para o produtor pela produção e possibilidade de comercialização da madeira, enquanto as leguminosas contribuem para a melhoria das condições de solo, além de proporcionarem outros benefícios para o sistema. Balieiro (1999) verificou que a meia vida da serrapilheira de um sistema silvipastoril exclusivo de eucalipto foi de 18 meses, enquanto que de um sistema consorciado de eucalipto com a leguminosa guachapele (*Pseudosamanea guachapele*), que possui baixa relação C/N, foi de 13 meses, possibilitando maior taxa de reciclagem de nutrientes na pastagem. Xavier (2009) estimou os fluxos de N em pastagens de *B. decumbens* em monocultivo ou em sistema silvipastoril constituído por eucalipto e as leguminosas *Acacia mangium* e angico mirim (*Mimosa artemisiana*). Enquanto o sistema silvipastoril apresentou balanço positivo de N total de 35 kg/ha/ano devido à fixação biológica das leguminosas, na pastagem

em monocultivo o balanço foi de -12 kg/ha/ano. Em função da maior ciclagem de N via liteira proveniente das árvores, no sistema silvipastoril, a autora concluiu que esse tipo de arranjo é alternativa viável para recuperar áreas em processo de degradação.

Tabela 1. Ganho médio diário (GMD), ganho de peso vivo por áera (GPV) e taxa de lotação (TL) com recria de fêmeas Nelore em três sistemas de integração, Campo Grande, MS.

Característica	Cobertura por leguminosas arbóreas (%)		
	0	20	30
Solo			
K (mg/dm³)	30,6	35,0	47,6
P (mg/dm³)	1,87	2,90	5,20
MO (%)	1,70	2,10	2,53
CTC efetiva ($cmol_c/dm^3$)	1,25	1,45	1,86
CTC potencial ($cmol_c/dm^3$)	5,60	6,87	7,53
Pasto			
Massa de forragem (kg/ha)	1.595	2.051	3.139
Conteúdo de N no pasto (kg/ha)	22,6	30,9	51,4

Fonte: Adaptado de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011b).

Sistemas com maior grau de intensificação no manejo da pastagem

Apesar dos modelos anteriormente citados serem potencialmente viáveis para produção animal em regime de pastejo com baixo uso de insumos, especialmente fertilizantes, deve-se reconhecer que para sistemas intensivos de produção, dificilmente o produtor poderá se abster do uso de fertilizantes, principalmente se considerarmos as condições de baixa fertilidade de solo em várias regiões do Brasil. Outro ponto importante se refere à espécie forrageira. O uso de gramíneas forrageiras mais produtivas, e também mais exigentes em termos de fertilidade do solo, como algumas cultivares de *B. brizantha* e *P. maximum*, demandam reposição de nutrientes no solo em maiores quantidades.

Andrade et al. (2001) verificaram aumento na produção de MS do capim-Tanzânia no sub-bosque de eucalipto quando foi usada adubação nitrogenada, mas a reposição com potássio e fósforo não foi efetiva para o aumento da produção, em comparação à condição não adubada. Mesmo o maior valor de taxa de acúmulo (25,8 kgMS/ha/dia) esteve abaixo do potencial produtivo da gramínea, o que foi atribuído pelos autores à menor quantidade de radiação disponível para o crescimento da gramínea.

Pandey et al. (2011) relataram respostas positivas de três gramíneas forrageiras (*P. maximum*, *Pennisetum purpureum* e *Brachiaria mutica*) ao fertilizante nitrogenado aplicado até a dose de 120 kgN /ha/ano. Entretanto, foi constatado que a eficiência de resposta ao N aplicado foi inversamente proporcional à percentagem de sombreamento imposta ao pasto.

Para *B. decumbens* também foi verificada maior resposta à adubação (90 kg/ha de N e K_2O por ano) em condições de radiação plena, quando comparada às condições de sombra (Paciullo et al., 2012). Na ausência de adubação, a taxa de acúmulo nas condições de sol pleno e sombreamento moderado foram semelhantes, mas quando se efetuou a

fertilização, o acúmulo obtido no sol pleno foi maior que aquele em sombra moderada (Tabela 2). No sombreamento intenso (redução de 70% em relação à radiação plena) não houve resposta ao adubo em termos de acúmulo de forragem. Concluiu-se que a intensidade de resposta da gramínea ao fertilizante depende do grau de sombreamento no sistema silvipastoril.

Tabela 2. Taxa de acúmulo de MS de forragem (kg/ha.dia) de *B. decumbens*, conforme o nível de sombreamento e uso de fertilização.

Sombreamento (%)	Fertilização (N-P-K)	
	Com	Sem
0	54,4	36,1
20	37,7	31,8
70	15,7	19,6

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2012).

Os dados de ganho de peso (kg/ha) obtidos em pastagens de B. decumbens, sombreadas ou não por árvores, reforçam as observações feitas acima (Figura 2). O experimento foi desenvolvido em áreas montanhosas, constituídas por solos de baixa fertilidade, para avaliar o ganho de peso de novilhas leiteiras em fase de recria. As avaliações ocorreram durante sete anos, divididos em dois períodos consecutivos de quatro (2003 a 2006) e três anos (2011 a 2013). No primeiro período não houve adubação e o sombreamento médio no sistema silvipastoril foi de 26% em relação às condições de sol pleno. No segundo período houve adubação de 90 kg N e K_2O /ha/ano e 20 kg P_2O_5/ha/ano. Além disso, o sombreamento médio foi de 45% quando comparado ao sol pleno. No primeiro período verificou-se produção de carne por hectare, em termos de peso vivo (PV), maior no SSP durante os quatro anos experimentais, além de uma queda progressiva nos ganhos obtidos no sistema de braquiária em monocultivo. No segundo período, houve aumento anual na produção do monocultivo, certamente em resposta às adubações, as quais foram gradualmente melhorando as condições de fertilidade de solo. Do primeiro para o terceiro ano foi observado aumento de 35% no ganho de peso das novilhas do monocultivo. Por outro lado, não foi verificado aumento no ganho por área nos dois primeiros anos no sistema silvipastoril, e um aumento de apenas 16% no terceiro ano, em relação ao segundo ano do experimento. Deduz-se que a sombra excessiva existente nos anos de 2011 a 2013 limitou as respostas do pasto ao fertilizante aplicado, impedindo aumento mais expressivo da capacidade de suporte do pasto e dos ganhos de peso por hectare.

Os resultados apresentados evidenciam que o uso de fertilizantes na busca pelo aumento de produtividade do componente pecuário, em SSP, embora seja importante, deve ser analisado com reservas, em função da interferência do sombreamento nas respostas das gramíneas. Logicamente, as respostas dependerão principalmente da densidade e arranjo de plantio, espécie e idade das árvores e práticas de manejo do componente arbóreo. Contudo, benefícios podem ser alcançados com uso de doses moderadas de fertilizantes, desde que o sombreamento também seja apenas moderado. Na maioria dos casos, sombreamentos acima de 40-50% da radiação plena reduzem acentuadamente a resposta do pasto ao adubo aplicado (Eriksen; Whitney, 1981; Pandey et al., 2011; Paciullo et al., 2012), tornando a prática da adubação questionável nesses casos.

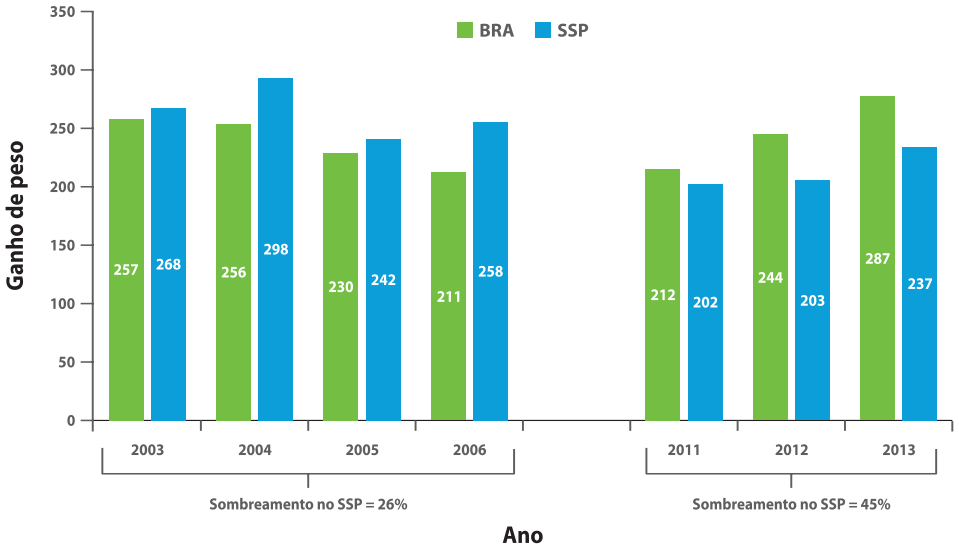


Figura 2. Valores de ganho de peso corporal de novilhas leiteiras (kg/ha), durante as épocas chuvosas (novembro a março) de sete anos experimentais, em pastagens de *B. decumbens* em monocultivo (BRA) ou em sistema silvipastoril (SSP).

Considerações sobre o manejo do pastejo

Os estudos de manejo de pastagens das últimas décadas têm buscado controlar a estrutura do pasto e aumentar sua eficiência de uso sob pastejo, sendo a intensidade e a frequência do pastejo as ferramentas a serem ajustadas para este objetivo. Sob lotação rotacionada este controle tem sido buscado com variações no resíduo pós-pastejo (intensidade) e no intervalo entre pastejos (frequência). Ainda não há definições claras a respeito do manejo do pastejo em SSP. Conhecimentos sobre questões importantes como intervalo de desfolha e intensidade de pastejo mais adequados ainda não foram gerados e devem merecer especial atenção por parte dos pesquisadores. Entretanto, à luz dos conhecimentos de morfofisiologia de forrageiras cultivadas à sombra, podem-se fazer algumas inferências sobre o manejo do pastejo em SSP.

Dos critérios disponíveis para orientação do intervalo de desfolha, no método de lotação rotativa, nenhum possui estudo detalhado que permita seu uso com segurança, como ocorre frequentemente em pastagens a sol pleno. Sabe-se que os métodos de manejo do pastejo evoluíram sobremaneira nos últimos anos, na medida em que conhecimentos sobre aspectos morfofisiológicos avançaram e passaram a fazer parte dos protocolos de avaliações de pesquisas na área de manejo de pastagens. Pesquisas sobre o momento de interrupção do período de rebrotação do pasto, assim como da altura residual em relvados de gramíneas em monocultivo, têm contribuído para o aumento da eficiência do uso do pasto, conforme resultados apresentados por Gomide (2001), Carnevalli (2003), entre outros.

O critério do número fixo de dias para definição do intervalo de desfolha tem sido contestado, embora seja o mais fácil do ponto de vista prático. Em função das condições

de crescimento do pasto relacionadas às práticas de manejo e ao clima, o período fixo em dias pode ser muito longo ou muito curto, acarretando comprometimento da estrutura da forrageira ou de sua persistência. Se considerarmos o sombreamento em SSP, como fator que influencia no crescimento do pasto, o problema pode se agravar, tendo em vista as interações que poderão ocorrer entre o sombreamento e os outros fatores de crescimento. Portanto, o período fixo em dias é um critério questionável também para o manejo de pastagens em SSP.

O critério do número de folhas vivas por perfilho, avaliado por alguns autores (Gomide, 2001; Candido et al., 2005), poderia se revestir de importância para orientação do manejo de pastagens em SSP. Sabe-se que a taxa de aparecimento de folhas e sua vida útil se modificam muito pouco com o sombreamento, desde que esse seja moderado (Paciullo et al., 2008; Lopes et al., 2011). Como resultado, temos relvados com número mais ou menos constante de folhas vivas, independentemente da gramínea estar ou não em sistema silvipastoril. Enfatiza-se que essas condições são esperadas para pastos cultivados em ambientes com reduções apenas moderada da radiação fotossinteticamente ativa. Essa redução pode ser caracterizada por uma diminuição da ordem de 25 a 35% da RFA plena, ou seja, o pasto deverá receber pelo menos entre 65 e 75% da RFA plena. Com as taxas de alongamento de colmo estimuladas pela diminuição da RFA, no sub-bosque, tem-se que relvados sombreados alcançam maiores alturas que aqueles a sol pleno, mantendo o mesmo número de folhas vivas por perfilho. Este fato resulta em maior distanciamento dos pontos de inserção das folhas no colmo (internódios mais longos) e menor densidade de forragem. Da mesma forma, as maiores taxas de alongamento de folhas e o período mais ou menos constante de alongamento de folhas produzem lâminas foliares mais longas, embora de menor espessura. Portanto, condições de menor RFA incidente favorecem a produção de relvados com plantas mais altas, com folhas mais longas e mais espaçadas no perfilho e colmos mais finos, o que pode acarretar tombamento excessivo das plantas pelo pisoteio, levando à redução da eficiência de pastejo.

Por exemplo, um relvado de *B. decumbens* pode manter cinco folhas vivas por perfilho com altura média de 25-30 cm, no sol pleno (Paciullo et al., 2008), enquanto que em condições de sombreamento a mesma gramínea manteria cinco folhas vivas por perfilho com altura que poderia alcançar 50 cm ou até mais, dependendo do grau de redução da RFA.

O critério de interceptação da radiação incidente se constituiu em um dos principais avanços para manejo do pastejo de gramíneas tropicais nos últimos anos (Silva; Nascimento Junior, 2007). A utilização do pasto no momento em que o relvado intercepta 95% da luz incidente tem trazido benefícios em termos de eficiência do pastejo, além de se constituir em critério plausível de ser usado pelos manejadores do pasto, quando se associa esse momento com uma altura, que em última instância seria a meta balizadora do manejo. Assim como demonstrado por Parsons e Penning (1988) para gramíneas de clima temperado, também em gramíneas tropicais, a interrupção do período de descanso baseado na interceptação de 95% da luz incidente pelo dossel tem se mostrado eficiente em prevenir, além do acúmulo de material senescente, o alongamento do colmo, que são processos que comprometem a estrutura do pasto e reduzem a eficiência de utilização da forragem.

Em ambientes onde o pasto está submetido a uma baixa RFA incidente, normalmente menor que 65% da RFA plena, por influência das árvores, uma questão deve ser considerada: a forte redução na densidade populacional de perfilhos. Neste caso, muitos relvados cultivados à sombra poderão não alcançar o nível de interceptação de 95% da radiação incidente, mesmo com períodos longos de rebrotação. Por outro lado, em condições menos drásticas de sombreamento, pode ser possível o alcance de 95% de interceptação luminosa, ainda que haja uma redução na população de perfilhos e na densidade de forragem do pasto. Uma alternativa seria a avaliação de percentuais de interceptação menores que 95%, mesmo reconhecendo-se que esse seria o ideal para a maioria das gramíneas manejadas em monocultivo.

Portanto, o uso das alturas já pré-definidas para forrageiras cultivadas a sol pleno parece não ser a estratégia ideal para relvados mantidos à sombra, tendo em vista as modificações morfofisiológicas resultantes do sombreamento, discutidas em tópicos anteriores deste trabalho. Observações práticas, em ambientes silvipastoris, têm sugerido que as alturas mais adequadas de entrada e saída dos animais do piquete parecem estar acima daquelas recomendadas para pastos em monocultivo. É importante lembrar que pastos sombreados frequentemente apresentam menores teores de compostos de reserva na base da planta, menores índices de área foliar e meristemas apicais mais susceptíveis à remoção pelo pastejo, tendo em vista a maior altura das plantas. Por isso, pastejos severos e frequentes devem ser evitados, pois podem comprometer a persistência do pasto.

Produção de forragem e desempenho animal em SSP

Como visto, a intensidade de sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode variar bastante dependendo da idade, espaçamento e arranjo das árvores na área. Sombreamentos variando entre 20 e 35% da radiação fotossinteticamente ativa têm sido considerados moderados, enquanto sombreamentos acima destas percentagens podem ser considerados acentuados. Normalmente, níveis de sombra acima de 40-50% da luz solar plena têm sido prejudiciais ao crescimento e produção de forragem em sistemas agrossilvipastoris ou silvipastoris. Por outro lado, em condições de sombreamento moderado, é possível obter produções de forragem semelhantes àquelas observadas no sol pleno.

Exemplos de boa persistência do pasto associada à satisfatória produção animal foi demostrada em trabalhos desenvolvidos em sistemas silvipastoris implantados no final dos anos de 1990, início dos anos 2000, na Zona da Mata Mineira (Paciullo et al., 2011; 2014). A região é montanhosa, com duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa, com temperaturas mais elevadas e outra seca e mais fria. O primeiro sistema foi implantado com eucalipto e leguminosas arbóreas, em consórcio com *B. decumbens* e foi manejado de 2001 a 2002 com vacas não lactantes e entre 2003 e 2007 com novilhas leiteiras na fase de recria. O segundo sistema foi implantado somente com leguminosas arbóreas, além da *B. decumbens* e leguminosas herbáceas e foi manejado entre 2007 e 2009 com vacas ½ Holandês x Zebu, em lactação. Em ambos os sistemas foram mantidas alturas médias de pré e pós-pastejo de 20 e 40 cm, respectivamente. A capacidade de suporte média das pastagens sombreadas, manejadas de forma mais extensiva, foi de 1,5 UA/ha/ano, sem o uso de adubação química. O ganho de peso médio das novilhas Holandês x Zebu, variou

entre 500 e 600 g/novilha/dia, durante a época chuvosa e entre 200 e 300 g/novilha/dia, durante a época seca do ano, totalizando ganhos médios de 300 kg/ha/ano (Paciullo et al., 2009, 2011a). As produções de leite no SSP variaram entre 10,5 e 12,4 kg/vaca/dia, sem suplementação concentrada (Paciullo et al., 2014).

Estratégias para o controle do nível de sombreamento do pasto

Os dados apresentados evidenciam a importância do planejamento do sistema no que se refere ao componente arbóreo, no sentido de se evitar sombreamentos excessivos quando há interesse do produtor em obter elevadas produções de carne e/ou leite em áreas de SSP. Aspectos sobre a espécie arbórea, o arranjo e o espaçamento entre árvores, assim como as práticas de manejo do componente arbóreo devem ser considerados antes do plantio.

Os espaçamentos mais adequados têm sido aqueles que proporcionam densidades de plantio variando de 200 a 450 árvores por hectare. Conforme Muller et al. (2010), se o objetivo principal é produzir madeira com qualidade para serraria (de alto valor agregado) recomenda-se uma menor densidade de plantas (150-300 pl/ha) em espaçamentos com fileiras simples do tipo 18 x 3 (185 pl/ha), 20 x 2,5 (200 pl/ha), 18 x 2,5 (222 pl/ha). Neste tipo de plantio, haverá menor sombreamento do pasto ao longo do tempo. Para o plantio com maiores densidades de plantas por hectare, devem-se adotar fileiras duplas, faixas ou renques, com um maior espaçamento entre estas faixas para permitir maior entrada de luz para a pastagem: 20-21 x (3x2) = 435-416 pl/ha, 24-25 x (3x2) = 370-357 pl/ha. Com uma maior densidade de plantas/ha, há uma maior possibilidade de receitas com desbastes intermediários (4-5 anos, 8-9 anos, 12-15 anos até o corte final).

Além do arranjo espacial, outro aspecto importante se refere ao manejo destas árvores depois de estabelecidas. Considerando-se que o crescimento das árvores promove uma dinâmica temporal no sombreamento imposto ao sub-bosque, é possível inferir que o limite máximo de sombreamento tolerável pela gramínea será ultrapassado em algum momento, dependendo da densidade de plantio e do arranjo espacial adotado. De forma geral, em espaçamentos mais amplos há maior incidência de luminosidade no sob-bosque. Além disso, a idade altera o padrão de distribuição da luminosidade para o sub-bosque, apesar de se manter a tendência de maior luminosidade para o sub-bosque nos espaçamentos mais amplos.

Sendo assim, tendo em vista o caráter de longo prazo desse tipo de sistema, enfatiza-se que é imperativo o controle do sombreamento. Este controle se dá basicamente por meio de dois tipos de manejo: a desrama e o desbaste. A desrama artificial consiste na remoção de galhos vivos da árvore com o objetivo de aumentar a qualidade do produto final, obtendo-se madeira limpa e sem defeitos. A desrama ainda tem a finalidade de favorecer o crescimento e as características dendrométricas das árvores, bem como, aumentar a luminosidade nas entrelinhas de árvores, favorecendo o crescimento do pasto. Neste sentido, estima-se que a desrama pode proporcionar um aumento entre 30 e 40% de luminosidade para o sub-bosque.

O desbaste, por sua vez, consiste na remoção de árvores selecionadas dentro do sistema. Esta técnica é empregada na silvicultura tradicional, com o objetivo de melhorar as características físicas e de forma das árvores de melhor qualidade para produção de madeira de alto valor agregado. Mas além do objetivo meramente silvicultural, há o benefício associado que é o aumento de luminosidade incidente no sub-bosque.

Considerações finais

Os sistemas silvipastoris são dinâmicos e apresentam uma séria de interações complexas entre o pasto, o animal e a árvore. O manejo da pastagem neste tipo de sistema requer conhecimentos específicos sobre os efeitos das árvores no pasto, especialmente quando se considera a competição por radiação fotossinteticamente ativa entre as árvores e o pasto. As espécies forrageiras devem apresentar bom potencial produtivo e relativa tolerância ao sombreamento. Sabe-se que algumas espécies de gramíneas são adequadas para sistemas silvipastoris, com destaque para as do gênero *Brachiaria* spp. No manejo, deve ser preconizado o pastejo de lotação rotacionada, pelas vantagens de uniformização e possibilidade de maior intensificação. Deve-se buscar boa produtividade animal, mas nunca se esquecer da persistência do pasto, o que está relacionado à adequada reposição de fertilizantes ao solo, ao uso de pressão de pastejo adequada à capacidade de suporte do pasto e aos aspectos do manejo do pastejo, especificamente relacionados com a frequência e intensidade do mesmo.

Referências

ALVIM, M. J.; PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, M. M. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL, 7., 2004, Mérida, México. [**Memorias**]. [S.l.: s.n.], 2004. 1 CD-ROM.

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, n. 4, p. 1178-1185, jul./ago. 2001.

BALIEIRO, F. C. **Nutrientes na água de chuva e na biomassa em monocultivo e consorcio de *Acacia mangium* W. *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucaliptus grandis* W. Hill ex. Maiden**. 1999. 99 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CANDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em *Panicum maximum* cv Mombaça sob lotação intermitente. **Revista de Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p.1459-1467, set./out. 2005.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação da pastagem de capim-Mombaça submetida regime de desfolha intermitente**. 2003. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 3., 2001, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 85-108.

CASTRO, C. R.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D.; NASCIMENTO JUNIOR, E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19-25, 2009.

ERIKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 73, n. 3, p. 427-433, Jan. 1981.

GOMIDE, C. A. M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. 2001. 107 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; SILVA, D. P.; DOMITH, B.; OLIVEIRA, A. M. S. Morfogênese de *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2012, Brasília, DF. **Anais**... Brasília, DF: SBZ, 2011. 1 CD-ROM.

MULLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; CASTRO, C. R. T. **Cuidados para o estabelecimento de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular técnica, 101).

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**: anais. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-770.

PACIULLO D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. F. A.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, n. 2-3, p.166-172, Nov, 2011a.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, C. L.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; SILVA, D. P. Composição morfológica e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização, em sistema silvipastoril ou monocultivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília, DF. **Anais**... Brasília, DF: SBZ, 2012. 1 CD-ROM.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 317-323, jul. 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. F.; ROSSIELLO, R. O. P.; LOPES, C. M.; GOMIDE, C. A. Fertilidad del suelo y biomasa de forraje en pasturas manejadas con diferentes coberturas arbóreas. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5.; SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROFORESTALES, 6.; ENCUENTRO INTERNACIONAL DE JOVENES INVESTIGADORES, 5., 2011, Havana, Cuba. **Annales**... Havana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011b. 5 p. 1 CD-ROM.

PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; SOUZA SOBRINHO, F.; CARVALHO, C. A. B. The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 270-276, fev. 2011c.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; MAURICIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, Aug. 2014.

PANDEY, C. B.; VERMA, S. K.; DAGAR, R. C.; SRIVASTAVA, R. C. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v. 83, n. 1, p. 1-12, Sept. 2011.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, Mar. 1988.

SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; GALATI, R. L.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A. Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. 1 CD-ROM.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JUNIOR, D. do. **Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens**: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. R. Bras. Zootec., Viçosa , v. 36, supl. p. 122-138, July 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000014&lng=en&nrm=iso>. access on 01 Sept. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 443-451, mar. 2009.

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1991. p. 10-24. (ACIAR Proceedings, 32).

WILSON, J. R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grassland**, v. 32, n. 4, p. 209-220, 1998.

WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 47, n. 7, p.1075-1093, 1996.

XAVIER, D. F. **Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura e em sistema silvipastoril**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.



Capítulo 26

Manejo de pastagens subtropicais e temperadas para a integração floresta-pecuária

Alexandre Costa Varella
Raquel Santiago Barro
Laíse da Silveira Pontes
Jamir Luís Silva Da Silva
Vanderley Porfirio-da-Silva
João Carlos De Saibro
Melissa Batista Maia

Introdução

O sul do Brasil é uma das regiões de maior potencial para a exploração de sistemas de integração floresta-pecuária (IPF). A atividade pecuária nesta região conta com aproximadamente 27,63 milhões de bovinos e 5,19 milhões de ovinos (IBGE, 2006). Grande parte deste rebanho é criado em pastagens nativas, melhoradas e cultivadas, totalizando aproximadamente 15,68 milhões de hectares na região sul (IBGE, 2006), raramente arborizadas, e onde se encontram as maiores oportunidades para os sistemas IPF.

Esta "zona fria" do Brasil está situada na região do extremo sul do País, entre os paralelos 24º S e 33º S, compreendendo os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e região centro-sul do Estado do Paraná, ocupando uma área total de aproximadamente 512.004 km^2. O clima é classificado como subtropical frio com ocorrência de geadas no inverno e verões quentes, porém apresentando microrregiões de elevada altitude onde o clima é tipicamente temperado. As temperaturas médias anuais variam de 12 a 20 ºC com as estações bem definidas e as precipitações médias anuais variam de 1250 a 2000 mm bem distribuídas durante o ano. Nesta região, cultivam-se espécies agrícolas, forrageiras e florestais de clima temperado e tropical. Contudo, a adaptação às geadas é um dos fatores mais importantes na escolha de espécies forrageiras e arbóreas para os sistemas IPF. Além disso, como o clima varia em cada estação anualmente, conhecimentos específicos sobre o estabelecimento e manejo da pastagem são exigidos dos técnicos e produtores para o sucesso de empreendimentos de IPF.

O sucesso da integração entre a atividade de silvicultura com a pecuária está alicerçado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais disponíveis pelos três principais componentes bióticos deste sistema: a árvore, a pastagem e o herbívoro. Quando as interações estão equilibradas, desde o seu estabelecimento até a colheita final dos produtos, possibilitando a produção simultânea dos componentes arbóreo, forrageiro e animal, então temos um sistema de integração floresta-pecuária (IPF) ou silvipastoril (SSP) verdadeiro.

Contudo, ainda é comum verificar, em condições de propriedades rurais e empresas na região sul do Brasil, dificuldades com o manejo equilibrado dos componentes. Dificuldades causadas pelo estabelecimento de espaçamentos e arranjos arbóreos inadequados ou ainda no manejo deficiente do componente arbóreo e que comprometem o desenvolvimento das espécies forrageiras a médio e longo prazo. Isso determina que em muitos empreendimentos silvipastoris atualmente, como nos casos recentes observados no extremo sul do Brasil, se realize uma integração floresta-pecuária *temporária* ou *eventual*, onde as pastagens são produtivas apenas nos primeiros anos de estabelecimento do sistema. Exemplos deste tipo foram observados mais recentemente em empreendimentos agroflorestais realizados no Rio Grande do Sul com *Eucalyptus* sp., onde tem-se observado que as árvores sobrepõem à pastagem, comprometendo a persistência das forrageiras associadas, já a partir do quarto ou quinto ano de sua implantação.

Especificamente, a árvore e a pastagem "competem" diariamente pelo acesso preferencial aos recursos naturais disponíveis: a radiação, a água e os nutrientes. Frequentemente, o

fator radiação é o elemento mais importante e determinante do potencial de crescimento das espécies forrageiras que crescem sob as árvores em sistemas de integração floresta--pecuária (Varella et al., 2012). A presença da árvore pode impor, se mal planejado, a partir de determinado estágio de desenvolvimento, condições restritivas de luminosidade para o crescimento das espécies forrageiras estabelecidas nas entrelinhas de um sistema silvipastoril. A partir deste estágio, uma série de respostas adaptativas são produzidas pelas plantas forrageiras que crescem sob árvores, requerendo atenção nas decisões de manejo da pastagem, a fim de garantir produtividade, qualidade e persistência nos sistemas IPF.

Assim, para o sucesso de um sistema IPF, boas práticas de manejo são fundamentais, buscando equilibrar a exploração dos recursos disponíveis entre seus componentes, tais como: (i) escolha de espécies forrageiras adaptadas ao sombreamento; (ii) adequado estabelecimento da pastagem e das árvores; (iii) correto manejo da pastagem e do pastejo ao longo do tempo e (iv) manejo da copa das árvores (ambiente luminoso) ao longo do ciclo produtivo. O manejo da pastagem, particularmente, em regiões temperadas e subtropicais frias, onde o ângulo de inclinação solar e o fotoperíodo são menores durante a estação fria, produzindo alterações específicas nos padrões de incidência da radiação solar, combinadas à ocorrência de geadas e ou estiagem, é determinante para o sucesso de um sistema IPF.

Por este motivo, o presente capítulo abordará sobre os fundamentos ecofisiológicos e morfogenéticos de forrageiras, essenciais para decisões estratégicas como: a escolha de espécies, o manejo da pastagem e do pastejo em sistemas IPF, tendo como balizador o ambiente subtropical frio e temperado, encontrados no sul do Brasil. Portanto, o objetivo deste capítulo é oferecer ao leitor conhecimentos básicos e propor ferramentas suficientes para a tomada de decisão, especialmente no que se refere ao estabelecimento e manejo das pastagens em sistemas IPF ao longo de todo o seu ciclo de produção.

Fundamentos fisiológicos de forrageiras sob estresse luminoso

A competição por radiação é normalmente o principal fator que limita o crescimento de espécies forrageiras em sistemas de integração pecuária-floresta (IPF), embora a limitação por água e/ou nutrientes, muitas vezes, pode interagir ou até sobrepor-se à radiação na inibição do substrato herbáceo. A disponibilidade de nutrientes na planta são fatores mais facilmente corrigíveis através de práticas agronômicas conhecidas.

Por outro lado, os processos fisiológicos mais importantes das plantas, e que são influenciados pela disponibilidade de radiação e/ou água no solo, são a fotossíntese e a respiração foliar. O balanço líquido de carbono resultante destes processos fisiológicos determinará o crescimento individual de plantas forrageiras, sua capacidade de rebrote, persistência e, conjuntamente, a produtividade da pastagem no sistema IPF. Assim, o conhecimento dos fundamentos fisiológicos de forrageiras submetidas ao estresse luminoso e/ou hídrico, aplicados ao manejo de pastagens, é determinante do sucesso de um sistema IPF.

O ambiente luminoso pode variar significativamente em um sistema IPF e isso influenciará diretamente os processos fisiológicos das forrageiras e a produtividade da pastagem. Primeiramente, na região sul do Brasil, a elevação do ângulo solar é tipicamente inferior do que na região tropical. Assim, por exemplo, ângulo solar máximo diário observado em Bagé/RS (31º19'53" S) é de 82º durante o solstício de verão e de apenas 35º no solstício de inverno. Esta variação diária e estacional da elevação no ângulo solar no sul do Brasil, associada à distribuição de plantio das árvores e à estrutura da pastagem, determinam eficiências de interceptação e absorção da radiação e a eficiência fotossintética no substrato herbáceo de um sistema ILP, diferentemente do que na região tropical. Segundo, a radiação que passa pelas árvores e que chega ao topo do dossel da pastagem sofre alterações significativas no sistema, tais como: (i) menor quantidade de radiação fotossinteticamente ativa; (ii) menor qualidade espectral da radiação (baixa relação V/VD); (iii) modificação da periodicidade (frequência dos períodos de pleno sol e sombra). Todos estes fatores provocam alterações importantes no ambiente luminoso de um sistema IPF, com repercussões nos processos morfogenéticos e fisiológicos das forrageiras (Varella et al., 2011). Cabe ainda salientar que as modificações que ocorrem no crescimento (altura) e estrutura das árvores (arquitetura e densidade de folhas na copa), ano após ano no sistema, promovem alterações neste ambiente luminoso e, portanto, determinam potenciais de produtividade diferentes na pastagem localizada no substrato inferior.

Quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento das forrageiras é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos. A Figura 1 mostra que as espécies tropicais (C_4) e temperadas (C_3) forrageiras apresentam repostas fotossintéticas bem distintas e, portanto, crescem diferentemente quando submetidas à restrição luminosa. A interpretação genérica dessas curvas fotossintéticas nos auxilia na escolha das espécies e em algumas recomendações e práticas de manejo da pastagem em um sistema IPF, embora se deva observar variações na habilidade que estas espécies possuem em tolerar ou "escapar" das condições de sombreamento existentes. Como exemplos da utilização do conhecimento fisiológico aplicado ao manejo de plantas forrageiras sombreadas, podem-se citar os seguintes: a determinação do potencial de crescimento (fotossintético) das espécies forrageiras em determinada condição de radiação; o estabelecimento do nível de sombreamento máximo, acima do qual não há crescimento de forragem suficiente para o bom desempenho animal ou, em outras palavras, a escolha da espécie, dos espaçamentos e arranjos arbóreos capazes de promover um ambiente luminoso favorável ao acúmulo de forragem em quantidade e qualidade ao logo do ciclo de produção IPF; as recomendações de frequência e intensidade de desfolha da pastagem (manejo da pastagem), considerando o acúmulo de reservas resultantes da fotossíntese pelas plantas forrageiras sombreadas, capazes de prover um rápido rebrote e garantir a persistência das forrageiras no ambiente sombreado ao longo do tempo.

A Figura 1 mostra que o comportamento fotossintético das espécies forrageiras temperadas praticamente não se altera quando a disponibilidade de radiação é superior a 50% da observada em pleno sol. Diferentemente, a atividade fotossintética das forrageiras tropicais segue caindo bruscamente abaixo desta condição. Além disso, observa-se que o nível máximo de atividade fotossintética das espécies temperadas (acima de 50% de radiação a pleno sol) é alcançado semelhantemente pelas espécies tropicais quando a radiação disponível está a apenas 30% daquela observada a pleno sol. Isso significa que,

mesmo com tal sensibilidade ao sombreamento, o potencial da atividade fotossintética das forrageiras tropicais é quase sempre superior ao das temperadas quando o nível de radiação está acima de 50% da radiação disponível a pleno sol, embora o ponto de saturação das espécies C_3 seja normalmente inferior aos da C_4. Apenas em condições de extremo sombreamento (abaixo de 10% da radiação a pleno sol) a fotossíntese de forrageiras temperadas apresenta-se superior ao das tropicais. Entretanto, nestas condições de sombreamento, as taxas fotossintéticas são tão baixas que as forrageiras não conseguem um balanço líquido de C suficiente para proporcionar acúmulo de forragem e um bom desempenho animal em um sistema IPF. Evidentemente, as condições de temperatura, solo e outros recursos naturais disponíveis devem também influenciar na escolha da espécie forrageira e seu crescimento no sistema.

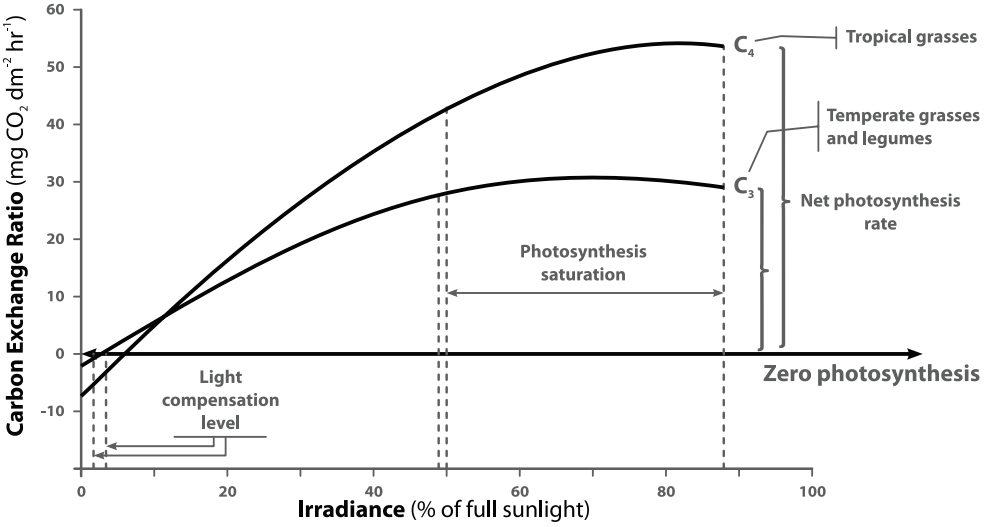


Figura 1. Curva da resposta fotossintética média de espécies forrageiras tropicais (C_4) e temperadas (C_3) em função da irradiação.

Fonte: Adaptado de Gardner et al. (1985).

Ainda, as plantas do sub-bosque em um sistema IPF estão sujeitas a períodos de sombra alternados com períodos de quase plena luminosidade. Esta periodicidade é, de fato, determinado pelo espaçamento entre árvores, tamanho da copa e altura da copa em relação ao solo. A atividade fotossintética das plantas do sub-bosque cai drasticamente à medida que se aumenta o tempo de exposição das folhas à sombra, tal como Peri et al. (2002) observaram na forrageira perene *Dactylis glomerata* sob *Pinus radiata* (Tabela 1). Segundo estes autores, quanto maior o tempo de exposição destas folhas à sombra, maior será o tempo necessário para que as mesmas retornem à sua condição original fotossintética, quando estavam a pleno sol. Ainda com a gramínea *Dactylis glomerata*, os autores observaram que, após um período de 30 minutos na sombra, a taxa de fotossíntese máxima das folhas retornou a aproximadamente 85% daquele medido a pleno sol em apenas 1-2 minutos após deixar a sombra. Por outro lado, quando o sombreamento foi de 180 minutos, a taxa de fotossíntese máxima somente alcançou 67% daquela observada em pleno sol 2 minutos após deixar o escuro e 75% após 10 minutos nesta condição (Tabela 1).

Tabela 1. Tempo necessário de sol para folhas de *Dactylis glomerata* atingir fotossíntese máxima após diferentes tempos de exposição ao sombreamento. Os números em vermelho representam % da fotossíntese máxima alcançada.

Tempo de exposição à sombra (minutos)	Tempo de exposição ao pleno sol após sombreamento (minutos)		
	1	2	10
30	84	86	94
60	67	79	89
180	55	67	75
Nível de significância (p<0,001)	-	-	-
Erro padrão das medidas	1,5	1,6	1,3

Fonte: Modificado de Peri et al. (2002).

Finalmente, várias alterações morfológicas e anatômicas são reportadas na literatura como estratégias de tolerância de espécies forrageiras e que potencializam o ganho líquido de C na fotossíntese quando submetidas ao sombreamento. Entre estas, podem-se citar: maior área foliar média e menor peso específico foliar, com o objetivo de aumentar a capacidade de interceptação da radiação (Soares et al., 2009); maior densidade de clorofila foliar (especialmente clorofila b), buscando aumentar a eficiência de absorção da energia radiante (Castro et al., 2009), com consequente aumento do teor de proteína bruta na folha (Soares et al., 2009; Paciullo et al., 2011); maior relação folha: colmo e parte aérea: raiz, com alocação preferencial de reservas nas estruturas de busca e interceptação da radiação; alteração da estrutura da planta, especialmente ângulo foliar, para otimizar condições de captura da radiação disponível (Barro et al., 2014).

Cada empreendimento silvipastoril pode apresentar um ambiente luminoso singular e provocar diferentes respostas fisiológicas do componente forrageiro que cresce em seu sub-bosque. Algumas características deste ambiente podem se alterar com o desenvolvimento das árvores e, consequentemente, modificar as respostas biológicas da pastagem em um sistema IPF. Por isso, afirma-se que um sistema IPF requer estratégias e decisões diferenciadas em cada ano do seu desenvolvimento. Diante da variação de situações que podem surgir, reafirma-se a necessidade de compreender os fundamentos físicos do ambiente luminoso e comportamento eco-fisiológico das forrageiras, a fim de possibilitar tomadas de decisões que estimulem o equilíbrio entre os componentes e a boa produtividade do sistema como um todo a longo prazo.

Aspectos morfogenéticos de forrageiras sob estresse luminoso

Plantas forrageiras cultivadas em sistemas de integração pecuária-floresta (IPF) lidam com uma forte redução na intensidade da radiação, particularmente, a radiação fotossintéticamente ativa (400 - 700 nm). Ao mesmo tempo, tais plantas são expostas às mudanças na qualidade da luz como, por exemplo, alterações nas proporções entre a luz vermelha (V) e o vermelho-distante (VD) ou razão V/VD. Apesar de grande parte das forrageiras serem adaptadas à condição de sol pleno, tais espécies podem mostrar grande

capacidade em alterar suas características foliares (e.g. ângulo foliar, área foliar específica) de parte aérea (e.g. comprimento de entrenós) ou de estrutura da população (e.g. densidade de plantas), para lidar com a heterogeneidade do ambiente luminoso em sistemas IPF. Portanto, o desempenho destas espécies também dependerá da habilidade delas em tolerar ou superar a barreira imposta pelo sombreamento (Figura 2).



Foto: Laíse da S. Pontes

Figura 2. *Eucalyptus dunnii* (arranjo com linhas duplas, linhas em curvas de nível, 4 m entre linhas, 3 m entre árvores e 20 m entre renques) em associação com diferentes forrageiras perenes tropicais (e.g. *Panicum maximum* cv. Aruana, *Hemarthria altissima* cv. Flórida, IAPAR, Ponta Grossa-PR).

As espécies forrageiras diferem nas suas respostas ao sombreamento, ou seja, em quais características morfogenéticas serão alteradas, em função das estratégias por elas adotadas. Duas distintas estratégias existem para lidar com o sombreamento, quais sejam: estratégia de "escape" e de tolerância (Franklin, 2008; Gommers et al., 2013). A habilidade da planta de efetivamente tolerar ou escapar do sombreamento aumenta de forma significativa a sua habilidade competitiva, tendo, portanto, uma forte influência na estrutura da pastagem.

A percepção da baixa razão V/VD pelas espécies com estratégias de escape ao sombreamento desencadeia uma série de respostas, conhecidas como "síndrome de escape ao sombreamento" (SAS ou '*shade avoidance syndrome*'), conforme reportam Smith e Whitelam (1997). De acordo com Gommers et al. (2013), espécies intolerantes ao sombreamento exibem esta síndrome através de mudanças nas suas características morfogenéticas, as quais permitem o posicionamento das folhas nas camadas superiores do dossel forrageiro. A principal mudança é uma forte alocação de carbono para o alongamento do colmo, de modo a escapar da condição de sombreamento. Para exemplificar, Paciullo et al. (2011) observaram um forte estiolamento de plantas de *Brachiaria decumbens* e *B. ruziziensis* sob condições de estresse luminoso. Além disso, tal mudança ocorre em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos e, por consequência, de raízes e de folhas, afetando negativamente a produtividade das espécies forrageiras (Soares et al., 2009).

A estratégia de escape é mais vantajosa na associação entre espécies herbáceas, isto é, quando as plantas possuem altura similar, tais como em associações gramíneas-leguminosas. No entanto, algumas espécies conseguem adaptar o seu fenótipo para lidar com situações onde a restrição de luz é permanente, tais como em sistemas de IPF, onde é impossível para as forrageiras superarem as árvores em termos de altura. Em tais sistemas, a estratégia de tolerância ao sombreamento parece ser mais vantajosa do que a estratégia de escape (Figura 3).

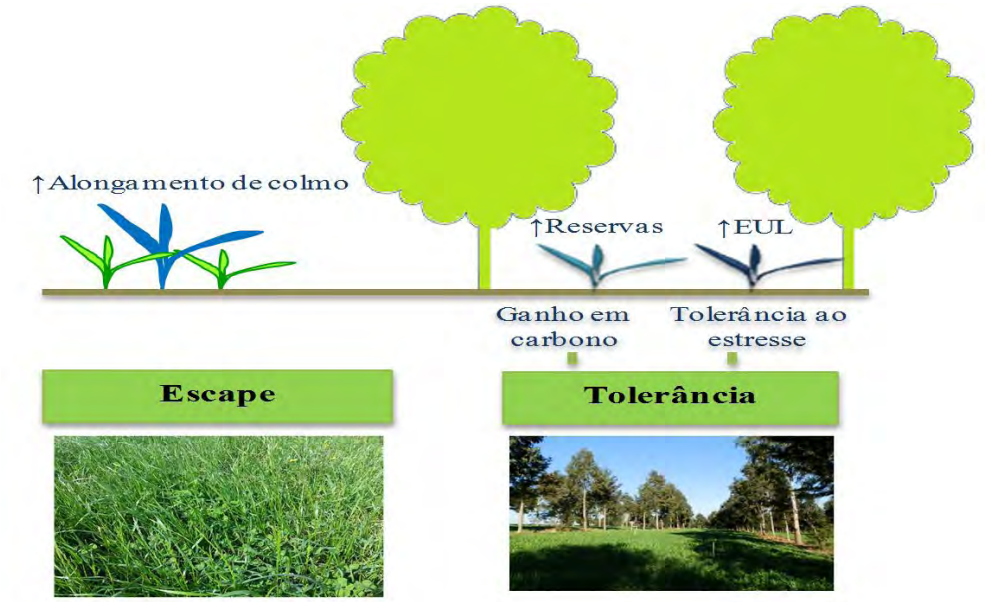


Figura 3. Diferentes estratégias para lidar com o sombreamento: estratégia de escape, comum em consórcios entre espécies herbáceas e tolerância à sombra (e.g. foto à esquerda de Márcia Silveira e à direita de Laíse da S. Pontes).

Fonte: Adaptado de Gommers et al. (2013).

De acordo com Valladares e Niinemets (2008), a tolerância ao sombreamento é a capacidade de uma planta tolerar baixos níveis de luminosidade. Pesquisas têm ressaltado que tal estratégia não representa apenas uma perda da clássica SAS, mas sim uma complexa e específica adaptação à vida em ambientes sombreados. Duas hipóteses para tolerância ao sombreamento, parcialmente opostas, têm sido propostas, isto é, maximização do ganho líquido em carbono (Givnish, 1988) e maximização da resistência aos fatores bióticos (e.g. pastejo, competição) e abióticos (e.g. luz), ou seja, a hipótese de tolerância ao estresse (Kitajima, 1994; Valladares; Niinemets, 2008).

A hipótese de ganho em carbono define a tolerância ao sombreamento como a maximização da captura de luz e uso pela fotossíntese, juntamente com a minimização dos custos com respiração (Givnish, 1988). Espécies forrageiras tolerantes à sombra com estratégia de ganho em carbono irão otimizar a captura e o uso da luz, por exemplo, pelo aumento da relação folha: colmo e pelo aumento da área foliar específica (AFE área de folha por unidade de biomassa). O aumento da AFE permite uma rápida reposição de folhas na

pastagem após um pastejo, por exemplo. Contudo, a alta AFE pode ter consequências negativas para plantas crescendo em condições de radiação reduzida, pois uma grande quantia de área foliar (principal área fotossintética) é produzida com baixo custo, tornando estas folhas mais sensíveis à desfolha pelos herbívoros em razão do maior valor nutritivo. Portanto, a prioridade de algumas espécies tolerantes ao sombreamento pode não ser a maximização do crescimento em condições de baixa luminosidade, mas sim de investir em tecidos que promovam mecanismos de defesa pela planta (e.g. aumento no conteúdo de parede celular), como observado com a alfafa (*Medicago sativa*) e reportado por Lin et al. (2001), reduzindo a qualidade (Varella et al., 2001) e a probabilidade de desfolha, ou em estoques de reserva.

Em resumo, distintas estratégias, bem como, distintas respostas nas características morfogenéticas sob estresse luminoso, podem ser adotadas pelas plantas forrageiras em sistemas de IPF. A identificação de tais respostas nas plantas do substrato herbáceo torna-se essencial, pois se refletem nas características agronômicas (velocidade de rebrote, valor nutritivo, etc) e interferem no manejo da pastagem. Por exemplo, espécies tolerantes ao sombreamento, com estratégia de ganho em carbono, apresentam uma rápida renovação de seus órgãos e um baixo acúmulo de biomassa nas suas folhas. A consequência é que as folhas têm uma duração de vida curta e uma necessidade elevada em nutrientes. Cabe ressaltar que a tolerância ao sombreamento pode estar inversamente associada com a tolerância aos outros fatores limitantes, tais como estiagem e disponibilidade em nutrientes (Valladares; Niinemets, 2008). Por exemplo, existem requisitos conflitantes entre tolerância à sombra (e.g. alta área foliar) e tolerância à estiagem e/ou restrição em nutrientes (e.g. alto investimento em raízes). Logo, a ocorrência de múltiplos estresses pode alterar de forma drástica a capacidade de uma espécie tolerar baixos níveis de luz. O entendimento destas interações, que ocorrem sob variações constantes de luminosidade, é complexa, mas torna-se fundamental para o sucesso do manejo da pastagem em sistemas de IPF.

Potencial de produção e valor nutritivo de forrageiras à sombra

Os sistemas integrados, que incluem os componentes arbóreo e pecuário, possibilitam o aproveitamento de um grande número de interações dinâmicas entre os componentes destes agroecossistemas. Por esta razão, a integração de árvores, pastagens e animais na mesma área, como nos sistemas IPF, apresenta diversas vantagens em relação aos monocultivos.

A principal vantagem está relacionada ao aproveitamento das sinergias no *continuum* solo-planta-atmosfera, o que confere ao sistema de IPF melhor eficiência de uso da terra, da água e dos fertilizantes, proporcionando maior sustentabilidade ambiental e econômica. Portanto, em sistemas integrados é necessário considerar a importância relativa de cada interação na estimativa da produtividade total do sistema de produção. As interações relacionadas a efeitos binários nunca deveriam ser interpretadas isoladamente, pela medida de produtividade de um único componente (e.g. produção de forragem no sub-bosque silvipastoril).

Mesmo em nível mundial, a compreensão e o manejo dos processos nesta escala de ordem ainda é um desafio, mas os primeiros obstáculos estão sendo superados. Nos últimos 20 anos, resultados importantes de pesquisa com IPF foram obtidos no sul do Brasil, permitindo afirmar que tais sistemas têm grande potencial de uso sustentável na região do subtrópico.

Tais estudos apontam a necessidade de uma utilização menos intensiva dos recursos ambientais relacionados ao componente arbóreo e ao manejo do componente animal, particularmente, a intensidade de pastejo, para conciliar maior produtividade total com o cuidado ambiental.

A utilização de intensidades de pastejo moderadas tem demonstrado: 1) maior diversidade e riqueza florística no Bioma Pampa (Neves et al., 2009); 2) melhoria nas características físicas (Conte et al. 2011), químicas e biológicas do solo (Ferreira et al., 2009; Assmann et al. 2014) ; 3) melhor equilíbrio entre o desempenho individual e a produtividade animal por área (Kunrath et al., 2014); 4) manutenção do banco de sementes no solo, garantindo a ressemeadura natural e adequado perfilhamento (Barth Neto et al, 2014); 5) menor emissão de gases de efeito estufa (e.g. metano) por área (Savian et al., 2014); 6) influência positiva sobre a cultura de verão subsequente (Moraes et al., 2014). Em relação ao componente arbóreo, relata-se frequentemente uma relação negativa entre o aumento da densidade arbórea e a produção de forragem do sub-bosque forrageiro. No Brasil, a literatura sobre esta relação em ambientes subtropicais já está documentada para algumas espécies florestais [e.g. acácia-negra - Lucas (2004), Castilhos et al. (2009); Eucalipto – Silva (1998), Varella e Saibro (1999); Porfírio-da-Silva (2012); Baldissera (2014); Pontes et al. (2014); Pinus - Sartor et al. (2006); Barro et al. (2008)], para distintas densidades e arranjos arbóreos.

Por estas razões, além da produtividade individual dos componentes é necessário estudar a dinâmica dos processos químicos, físicos e biológicos do sistema e considerá-los sempre com uma visão sistêmica. Além disso, o entendimento dos processos predominantes nos sistemas agropecuários integrados permite a obtenção de sistemas IPF sustentáveis ao longo do tempo e com maior produtividade total. Isto está relacionado diretamente à escolha das espécies componentes do sistema (e também de sua gerência pelo manejo). Portanto, há que se utilizar genótipos forrageiros adaptados às condições edafo-climáticas locais e ao sombreamento moderado.

Produção de forragem em sistemas IPF

Em sistemas agrícolas multiestrata, como os de IPF, a produção de biomassa vegetal no estrato inferior, em geral, é expressa como uma função linear da radiação solar interceptada . Na região Sul do Brasil alguns trabalhos reportam efeito nulo ou positivo sobre a produção de forragem em condição de sombreamento moderado (Varella; Saibro, 1999; Soares et al., 2009; Barro et al., 2010).

Conforme discutido anteriormente, de forma geral, as plantas C_3 são aparentemente mais adaptadas ao sombreamento (ou apresentam menor redução da fotossíntese em intensidades baixa ou moderada de sombra quando comparados à condição de plena

luminosidade) do que as espécies de rota de fixação de carbono, C_4 (Taiz; Zeiger, 2004). Entretanto, a escolha de forrageiras C_4 tem sido frequentemente recomendada para sistemas com sombreamento moderado. É importante mencionar que as respostas das plantas ao sombreamento variam de acordo com fatores edafo-climáticos, além do manejo aplicado às árvores e à pastagem sombreada.

Forrageiras temperadas para sistemas IPF

As gramíneas forrageiras de ciclo hibernal (ciclo C_3) exercem um papel fundamental na pecuária na região sul do Brasil, pois seu crescimento e período de utilização ocorrem quando da redução da produção das espécies C_4, representativas do campo nativo, no caso de sistemas de produção dependente da utilização de pastagem naturais.

Resultados promissores da tolerância ao sombreamento vêm sendo obtidos para as principais espécies C_3 cultivadas: azevém-anual (*Lolium multiflorum*) e as aveias branca (*Avena sativa*) e preta (*A. strigosa*) (Sartor et al., 2006; Barro et al., 2008; Kirchner et al., 2010; Porfírio-da-Silva, 2012; Deiss et al., 2014). Entretanto, ainda faltam estudos com gramíneas nativas com potencial para uso em sistemas de IPF. Quanto às leguminosas de crescimento hiberno-primaveril, tanto o trevo-vesiculoso (*T. vesiculosum*) (Silva, 1998) como o trevo-branco (*T. repens*) (Sartor et al., 2006, Barro et al., 2008) se destacam pelo seu desempenho agronômico sob sombra moderada. No entanto, espécies de cornichão (*Lotus corniculatus*) não apresentaram resultados satisfatórios no que diz respeito à produção de forragem sob sombreamento.

Forrageiras tropicais para sistemas IPF

Nas regiões mais frias do subtrópico, a arborização de pastagens tem merecido destaque na pesquisa, pois também contribui para a persistência de áreas de pastagem com gramíneas C_4 ao longo do ano, em função da proteção que as árvores exercem contra as geadas (Porfírio-da-Silva, 1998; Castilhos et al., 2009). Além disso, algumas gramíneas tropicais têm demonstrado excelente potencial de produção em condições moderadas de sombreamento, tais como: *Bracharia* sp.; *Panicum* sp.; *Axonopus* sp., além de algumas espécies do gênero *Paspalum* (Barro et al., 2010).

Nas regiões com déficit hídrico, a produção de forragem sob sombra pode inclusive ser maior do que a pleno sol. Neste caso, a magnitude das respostas da pastagem à luz solar, em função da densidade arbórea ou do sombreamento, pode ser influenciada pela maior disponibilidade de água no solo (Ludwig et al., 2001; Barro et al., 2010). A Tabela 2 resume os principais resultados de pesquisa obtidos com estes grupos metabólicos forrageiros na Região Subtropical do Brasil e que podem orientar a escolha de espécies forrageiros para um sistema IPF:

Tabela 2. Sumário dos resultados obtidos com plantas forrageiras na região do subtrópico brasileiro.

Característica	Rota metabólica	Estação de crescimento	Espécie	Níveis de sombra estudados	Sombra natural / artificial	Rendimentos relativos (ao pleno sol)	Melhora/ piora do valor nutritivo com sombreamento	Autores (referências)
Perene	C4	Verão	*Axonopus catharinensis*	24 e 56%	Natural	52 e 50%	n.a.	Barro et al. 2008 b
				17 e 33%	Natural	79 e 47%	melhora	Soares et al., 2009
				40 a 50%*	Natural	74%	n.a.	Pontes et al., 2012
			Cynodon sp. (cv.Tifton 85)	40 a 50%*	Natural	25,50%	n.a.	Pontes et al.,2012
				24 e 56%	Natural	61 e 51%	n.a.	Barro et al, 2008 b
				17 e 33%	Natural	48 e 24%	melhora	Soares et al., 2009
			Brachiaria brizantha cv Marandu	17 e 33%	Natural	86 e 36%	melhora ou não altera	Soares et al., 2009
				40 a 50%*	Natural	45%	n.a.	Pontes et al., 2012
			Brachiaria decumbens cv. Basilisk	17 e 33%	Natural	48 e 24%	n.a.	Soares et al., 2009
			Brachiaria decumbens	25, 50 e 80%	Artificial	85, 44 e 22,7%	n.a.	Schreiner, 1987
			Digitaria decumbens	25, 50 e 80%	Artificial	88, 60 e 25%	n.a.	Schreiner, 1987
			Panicum maximum cv. Aruana	17 e 33%	Natural	54 e 9%	melhora	Soares et al., 2009
				40 a 50%*	Natural	57,20%	n.a.	Pontes et al., 2012
			Panicum maximum cv. Tanzânia	17 e 33%	Natural	61 e 0%	n.a.	Soares et al., 2009
				n.a.	Natural	25%	n.a.	Lucas, 2004
			Panicum maximum cv. Mombaça	17 e 33%	Natural	47 e 15%	n.a.	Soares et al., 2009
				n.a.	Natural	22%	n.a.	Lucas, 2004
			Paspalum notatum cv. Pensacola	17 e 33%	Natural	87 e 26%	n.a.	Soares et al., 2009
					Natural	54,10%	n.a.	Pontes et al., 2012
				25, 50 e 80%	Artificial	93, 5; 55 e 13%	n.a.	Schreiner, 1987
			Paspalum notatum	50 e 80%	Artificial	112 e 81,1%	melhora	Barro et al., 2012
			Paspalum dilatatum	50 e 80%	Artificial	117 e 81,8%	melhora	Barro et al., 2012
			Paspalum regnelii	50 e 80%	Artificial	118 e 99,8%	melhora	Barro et al., 2012

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Característica	Rota metabólica	Estação de crescimento	Espécie	Níveis de sombra estudados	Sombra natural / artificial	Rendimentos relativos (ao pleno sol)	Melhora/ piora do valor nutritivo com sombreamento	Autores (referências)
Perene	C4	Verão	*Hemarthria altissima*	25, 50 e 80%	Artificial	97,8; 70,12 e 22,5%	n.a.	Schreiner, 1987
			Hemarthria altissima cv. Flórida	17 e 33%	Natural	66 e 5%	n.a.	Soares et al., 2009
				40 a 50%*	Natural	7,10%	n.a.	Pontes et al., 2012
				24 e 56%	Natural	58 e 43%	n.a.	Barro et al., 2008 b
			Lolium multiflorum	30 e 60%	Natural	43 e 22%	melhora	Kirchner et al., 2010
				24 e 56%	Natural	46 e 36%	melhora	Barro et al.,2008
				33 e 58%	Artificial	87 e 84	n.a.	Saibro, 1992*
Anual	C3	Inverno	*Avena sativa*	30 e 60%	Natural	38 e 13 %	melhora	Kirchner et al., 2010
				24 e 56%	Natural	75 e 42%	melhora ou não altera	Barro et al., 2008
			Avena strigosa	30 e 60%	Natural	43 e 8%	piora	Kirchner et al., 2010
				24 e 56%	Natural	75 e 42%	Sem diferença	Barro et al., 2008
			Holcus lanatus	50 e 80%	Artificial	234 e 223%*	n.a.	Moraes et al, 2007; Varella et al., 2008
			Bromus auleticus	50 e 80%	Artificial	737 e 605%*	n.a.	Moraes et al, 2007; Varella et al., 2008
			Bromus catharticus	50 e 80%	Artificial	205 e 159%*	n.a.	Moraes et al, 2007; Varella et al., 2008
			Triticum aestivum-duplo proposito	30 e 60%	Natural	46 e 25%	piora	Kirchner et al., 2010
			Vicia villosa	30 e 60%	Natural	48 e 27%	Sem diferença	Kirchner et al., 2010
Perene	C3	Verão	*Arachis Pintoi* (ecótipo híbrido AGK 12787 vs NC 1579)	50 e 80%	Artificial	93,5 e 60,2%	piora	Barro et al., 2013
			Arachis pintoi cv. Alqueire	17 e 33%	Natural	37 e 18%	n.a.	Soares et. al, 2009
			Arachis pintoi cv. Amarillo	17 e 33%	Artificial	59 e 23%	n.a.	Soares et. al, 2009
Anual	C3	Inverno	*Trifolium repens* cv. Zapicán	24 e 56%	Natural	25,7 e 39,8%	piora	Saibro et al., 2008
			Lotus corniculatus cv. São Gabriel	24 e 56%	Natural	27,4 e 25,2	piora	Saibro et al., 2008

* dados não publicados

Efeito do sombreamento sobre o valor nutritivo da forragem

Em sistemas de IPF, as variações que ocorrem no ambiente luminoso provocam efeitos importantes no valor nutritivo da forragem, uma vez que a digestibilidade da matéria seca e o conteúdo de nutrientes são determinados pela fisiologia, morfologia, anatomia e composição química da planta forrageira sombreada (Kephart; Buxton, 1993; Lin et al. 2001).

Uma das principais discussões científicas em relação ao valor nutritivo da forragem tem sido a dinâmica do nitrogênio na planta sombreada, em comparação com o pleno sol. Muitas hipóteses têm sido levantadas no sentido de explicar os efeitos positivos do sombreamento sobre o conteúdo de nitrogênio em gramíneas. Em geral, o aumento de N sob sombra é atribuído à maior mineralização da matéria orgânica, devido principalmente às condições térmicas e ao status hídrico do solo que favorecem a ação de microrganismos nitrificadores, além da redução na produção de biomassa em função do estresse luminoso, fato que resultaria em maior concentração de N na planta (Wilson et al., 1990).

De forma geral, gramíneas avaliadas sob sombreamento no sul do Brasil, apresentam aumentos relativos nos teores de proteína bruta (PB) (Barro et al., 2008; Soares et al., 2009; Kirchner et al., 2010; Barro et al., 2010). Entretanto, com leguminosas forrageiras, o efeito do aumento do sombreamento sobre os teores de PB é exatamente o inverso (Varella et al., 2001; Barro et al., 2010). Há indícios de que o sombreamento afete a fixação do N atmosférico, bem como a nodulação, reduzindo-a ou mesmo suprimindo-a, conforme demonstraram Chu e Robertson et al. (1974); Addison e Congdom (2001).

O estado da arte em pesquisa com sistemas IPF já apontam subsídios suficientes para indicar as espécies forrageiras e seu potencial produtivo para diferentes intensidades de sombreamento. Contudo, a integração em longo prazo, só é possível sob uma condição moderada de sombreamento (>50%) e, se o manejo do pastoreio for conduzido de forma equilibrada. Desta forma, o manejo sustentável dos componentes forrageiro, pecuário e arbóreo, além de promover mais benefícios ambientais, oportunizam maior produtividade total ao sistema integrado de produção.

Recomendações de manejo da pastagem e do pastejo em IPF

O manejo das pastagens é um ponto-chave na exploração dos sistemas de produção pecuária-floresta. É necessário entender o crescimento vegetal e animal nestes ambientes e como as práticas de manejo da pastagem afetam esses processos. O manejo das pastagens está embasado na administração de dois processos que aparentemente são conflitantes: por um lado, as plantas forrageiras necessitam de folhas para crescer, e, por outro, os animais necessitam das folhas para se alimentar. A quantidade de forragem disponível é determinada por fatores abióticos e bióticos, sendo que um componente muito importante nesse contexto é a intensidade de pastejo (Silva et.al., 2011). Quando os animais têm à sua disposição uma quantidade de forragem quatro a cinco vezes

maiores do que o consumo animal, tem-se a possibilidade de obter bom ganho médio diário, atingindo possivelmente as características de carcaça desejáveis do ponto de vista comercial.

Por outro lado, decisões de manejo da pastagem em sistemas IPF devem considerar o comportamento fisiológico e morfogenético das forrageiras e suas respostas ao estresse luminoso principalmente (Varella et al., 2012). Quanto mais intensas as interações entre estresses de origens diferentes ocorrendo simultaneamente (e.g. falta de água, luz e nutrientes), mais complexas se tornam as respostas das forrageiras e, consequentemente, também as estratégias para interferir e potencializar a produção da pastagem nestes sistemas. Assim, a quantidade e a velocidade de translocação das reservas resultantes da fotossíntese, as alterações nas características morfo-fisiológicas das plantas, as modificações na composição química (valor nutritivo) e na densidade de plantas forrageiras a sombra influenciam diretamente as decisões de como melhor manejar a pastagem nos sistemas IPF. Para garantir produtividade, qualidade e persistência, é importante reconhecer que as forrageiras que crescem em um sistema IPF estão normalmente expostas a uma condição restrita de radiação e, portanto, acumulam uma quantidade menor de reservas (carbohidratos e nitrogênio) durante o seu período de crescimento. Por isso, o manejo da pastagem deve ser quase sempre mais conservador nestes sistemas do que em pastagens que crescem a pleno sol.

As estratégias e decisões de manejo não devem focar na maximização da produtividade e colheita da pastagem, mas no equilíbrio entre crescimento, acúmulo de reservas e intensidade de utilização (severidade de desfolha), assegurando persistência da produção. A tendência é de que o vigor de rebrote (quantidade biomassa e velocidade) em pastagens sombreadas, após um estresse de desfolha ou de pastejo, seja inferior do que aquele observado em pleno sol, influenciado pelo menor acúmulo de reservas fotossintéticas. A exceção a esta regra pode ser observada em condições de forte restrição hídrica ou mineral (especialmente nitrogênio) de solo, quando a superioridade de crescimento forrageiro em sistemas IPF comparativamente a pastagens não sombreadas tem sido reportada na literatura (Wilson; Wild, 1991; Barro et al, 2008).

Além disso, normalmente as reservas de plantas sombreadas são frequentemente translocadas e priorizadas para o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, o que pode torná-las ainda mais sensíveis a períodos de restrição hídrica e/ou minerais de solo e à desfolha frequente pelos animais. Assim, um manejo criterioso do pastoreio (controle da carga animal e da altura do dossel forrageiro no pré e pós pastejo) é recomendado para permitir o uso mais eficiente dos recursos naturais disponíveis pela pastagem em um sistema de IPF e que seja capaz de garantir um bom desempenho animal ao longo do tempo.

Estudos realizados no sul do Brasil já determinaram o manejo do pastejo que pode otimizar o desempenho animal em sistemas de IPF. Por exemplo, Silva (1998) estudou o efeito de três intensidades de pastejo (6%, 9% e 13,3% kg de massa seca/100 kg de PV/dia) e duas densidades arbóreas de *Eucalyptus saligna* (1666 e 833 árvores/ha) sobre a produção de novilhos (Figura 4) e da pastagem consorciada de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) e trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. Yuchi, sobressemeados em pastagem

nativa. Neste estudo, o ganho por animal foi ascendente com o acréscimo na oferta de forragem, evidenciando possivelmente que a condição da pastagem esteve acima da capacidade de ingestão dos animais. Já o ganho animal por área foi baixo nos níveis menores de oferta de forragem, devido ao reduzido desempenho individual dos animais. Também, com níveis de oferta de forragem acima de 12% do peso vivo, o ganho por hectare foi reduzido, devido à baixa lotação animal utilizada nestas condições.

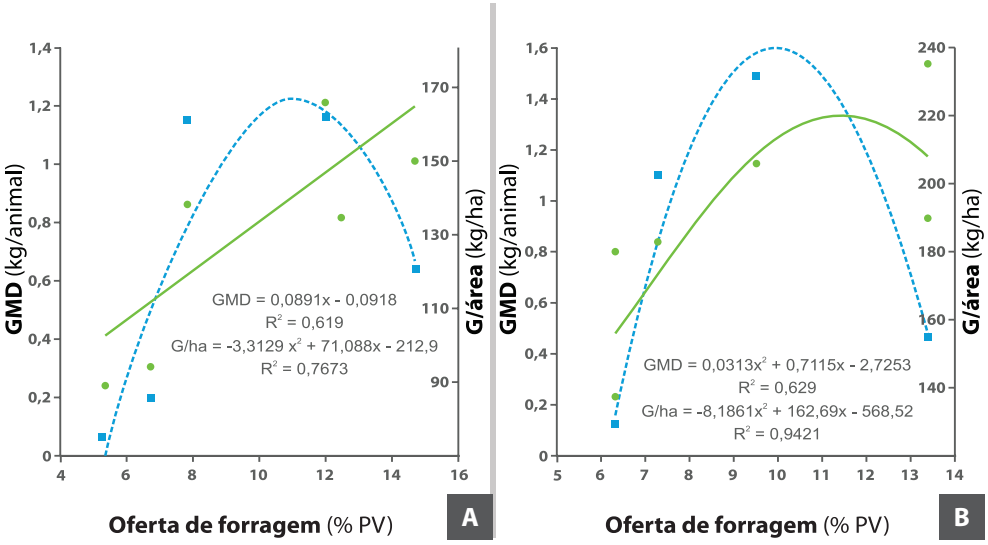


Figura 4. Relação entre o ganho médio diário (—) e o ganho por área (-----) com a oferta de forragem na densidade de 1.666 árvores/ha (A) e na densidade de 833 árvores/ha (B), em sistema silvipastoril com eucalipto e pastagem constituída de azevém anual e trevo vesiculoso. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS

Fonte: Silva (1998).

A amplitude ótima de pastejo neste e em outros estudos tem sido reportada entre 9,5 e 12 % do peso vivo, nas condições ecoclimáticas do RS, em pastagens nativas e exóticas, desenvolvidas a pleno sol (Moraes et al., 1995; Maraschin, 1998). Em sistemas IPF, estas foram as primeiras informações obtidas no Brasil e evidenciaram que os níveis de oferta de forragem que permitiram otimizar os ganhos por área e por animal, em pastagens melhoradas sob árvores, estiveram entre 9 e 11,5% do peso vivo. Também Castilhos et al. (2009), no norte do RS, observaram elevado desempenho de novilhos (ganho por cabeça e por hectare) em pastagens de verão formadas com *Panicum maximum* cv. Gatton, cv. Aruna ou *Digitaria diversinervis*, sob duas densidades arbóreas de acácia negra, aos 6 anos de idade, manejando ofertas de forragem de 12 % do peso vivo.

Na prática, o controle da oferta de forragem na pastagem pode ser feito através do controle da altura do resíduo de forragem, enquanto pastejado por bovinos e/ou ovinos. A relação que tem sido demonstrada pela pesquisa para manter níveis ótimos de ingestão e de desempenho animal em pastagens nativas e melhoradas no sul do Brasil é de aproximadamente 20 cm de altura de forragem residual (Mezzalira et al, 2014; Kunrath et al, 2014). Por outro lado, os primeiros resultados de pesquisa com enfoque no manejo sustentável de pastos sombreados indicam que as relações entre interceptação luminosa

(IL), índice de área foliar (IAF) e altura do dossel podem ser distintas daquelas obtidas a pleno sol (Baldissera, 2014). Desta forma, para determinar uma estrutura de pasto mais eficiente ao manejo com herbívoros em sistemas IPF, é preciso identificar como as diferenças de natureza morfológica interagem, particularmente, nesses ambientes com grande variabilidade microclimática. Assim, pesquisas ainda necessitam ser desenvolvidas para determinar o nível de IL, sob diferentes níveis de sombra, que condiciona a melhor estrutura de dossel (IAF ótimo, maior acúmulo de folhas, menores perdas por senescência e maior armazenamento de reservas) na sombra.

Os modelos de IPF têm por objetivo melhorar a produção por unidade de área, respeitando sempre os princípios do rendimento contínuo, da manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis e em benefício das condições sócio-econômicas dos produtores. No entanto, dentro de uma visão sistêmica, os componentes pastagem e animal demandam importante atenção nestes sistemas, pois o balanço entre benefícios e prejuízos depende do conhecimento aplicado da adequada carga animal ou da intensidade de pastejo relativo à capacidade de suporte das pastagens e do comportamento em pastejo (Saibro, 2001).

Tópicos prioritários para P&D e TT em forrageiras para a IPF no sul do Brasil

Os sistemas silvipastoris ou IPF são dinâmicos e complexos, particularmente quando se considera as diferentes interações entre as árvores, forragem e animais no tempo e no espaço (Balbino et al., 2011). A experiência de implantação de sistemas silvipastoris nas últimas duas décadas, vem ao encontro da necessidade de novas e adaptadas formas de produção e de assistência técnica para a sustentabilidade da agropecuária brasileira.

Para isso, é importante que as instituições de pesquisa estabeleçam experimentos de longa duração para desenvolver e transferir tecnologias para os produtores e técnicos de forma continuada. Portanto, é essencial que as instituições possam desenvolver programas conjuntos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e transferência de tecnologia (TT) em sistemas IPF desde o estabelecimento das árvores até a colheita dos produtos florestais. Além disso, também é fundamental que a assistência técnica pública e privada participem de programas de formação e qualificação para gerenciar esses dinâmicos sistemas e para que possam multiplicar este conhecimento.

No sul do Brasil, as áreas potenciais para o desenvolvimento de sistemas silvipastoris são aquelas que atualmente estão ocupadas por pastagens com bovinocultura e ovinocultura. Para aumentar o interesse neste tipo de integração, é essencial que a P&D ofereça referências tecnológicas que combinem com os interesses e necessidades dos produtores da região. A este respeito, as questões relacionadas com o fornecimento estratégico de forragem durante os períodos de adversidade climática e a proteção do solo, através da arborização de pastagens, devem constar, obrigatoriamente, nos programas de P&D, especialmente frente ao cenário de mudança climática e busca por sistemas sustentáveis. Deste modo, as oportunidades e desafios para a pesquisa e transferência de tecnologia em sistemas IPF no sul do Brasil podem ser sumarizadas em:

- Desenvolvimento de cultivares forrageiras (temperadas e tropicas com tolerância ao frio) com adaptação para ambientes sombreados;
- Identificação e desenvolvimento de linhagens de leguminosas com tolerância ao sombreamento para compor misturas e rotações em sistemas IPF;
- Melhoramento genético de árvores para sistemas de integração, considerando arquitetura de plantas e novos arranjos espaciais das árvores para permitir que a transmitância de radiação solar até a pastagem seja de no mínimo 50% por todo o ciclo das árvores;
- Quantificação dos serviços ambientais produzidos pelos componentes pastagem-árvore-animal em IPF (estoque de carbono, emissão de GEEs, conservação da água e do solo);
- Parametrização dos índices de fertilidade do solo em sistemas IPF para auxiliar a tomada de decisão sobre adubação integrada no sistema.
- Parametrização de variáveis da pastagem e do comportamento animal, com base ecofisiológica, para gerar recomendações de frequência e intensidade de pastejo no sistema;
- Definição de índices técnicos para gerar cenários de viabilidade socioeconômica e prover suporte para a tomada de decisão de investimentos.

Além de experimentos de longo prazo e financiamento contínuo à pesquisa, é importante que as instituições possam investir em equipes multidisciplinares, capazes de responder ao quadro de oportunidades e desafios mencionados e futuros. Instituições de pesquisa importantes no sul do Brasil, tais como: unidades da EMBRAPA, Universidades Federais, Universidades Estaduais e as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs), precisam cooperar para alcançar tais objetivos e prover soluções rápidas ao setor produtivo. Uma rede colaborativa de pesquisadores, extensionistas e consultores técnicos podem definir áreas demonstrativas em propriedades rurais para a transferência de tecnologias e resultados de pesquisa, incluindo ainda a formação e treinamento continuados dos técnicos.

Considerações finais

A partir dos conhecimentos adquiridos pela pesquisa científica e pela extensão rural ao longo das últimas três décadas, e reportadas neste capítulo, torna-se possível listar um conjunto de práticas básicas de manejo da pastagem e do pastejo em sistemas de IPF para o clima subtropical e temperado do sul do Brasil, tais como:

(i) O momento inicial do pastejo deve ser realizado somente após o máximo acúmulo de reservas nas plantas forrageiras. Isso geralmente acontece após o momento de máxima expansão foliar por área de solo na pastagem, ou seja, após atingir o índice de área foliar crítico (IAF crítico). Um bom indicativo para este o momento é quando as folhas mais inferiores (ou perfilhos ou brotações) estiverem totalmente sombreadas pelas camadas superiores da pastagem e começarem a apresentar os primeiros sinais de senescência (amarelecimento dos tecidos foliares). Mesmo no sistema de pastejo contínuo em um

sistema IPF, este momento do pastejo deve ser aguardado para, então, usar-se carga animal mais leve do que aquelas recomendadas para as pastagens à pleno sol, ou seja, aplicando uma oferta de forragem de 10-12% do peso vivo;

(ii) O resíduo pós pastejo (altura do dossel forrageiro após a desfolha pelos animais) deve ser mantido acima de 20 cm de altura para as espécies forrageiras de inverno e do campo nativo melhorado, de forma a proteger os locais de armazenamento de reservas e permitir uma área foliar fotossintética residual suficiente para uma boa velocidade do rebrote. Para forrageiras tropicais, o critério de altura do pastejo deve ser observado individualmente, já que há variação na localização das estruturas de armazenamento de reservas e das gemas de crescimento, responsáveis pelo rebrote da pastagem. Assim, é fundamental evitar condições de sobrepastejo (baixo resíduo pós pastejo) em sistemas IPF, situação comumente observada em propriedades rurais, e que podem facilmente comprometer o rebrote, crescimento e persistência de plantas forrageiras que crescem sob condições restritivas de luminosidade;

(iii) Privilegie o estabelecimento da pastagem no primeiro e segundo anos de um sistema IPF, pois os principais problemas de produção e persistência da pastagem observados em condições de propriedade rural ocorrem por má formação durante esta fase. É importante que as forrageiras estejam cobrindo completamente o solo e que tenham acumulado uma boa quantidade de reservas, ainda no primeiro ano de estabelecimento, antes da primeira entrada dos herbívoros;

(iv) É aconselhável permitir que as forrageiras produzam sementes para a ressemeadura natural (quando a espécie forrageira permitir) ainda no primeiro ano do estabelecimento para, somente após realizar o corte ou pastejo com animais. É importante lembrar que o sombreamento ou ambientes luminosos com baixa relação V/VD podem inibir a germinação de sementes da maioria das espécies forrageiras. A formação inicial de um banco de sementes, enquanto a condição luminosa é favorável (geralmente no primeiro ano a sombra das árvores ainda é pequena e de baixa intensidade) à reprodução, garante adequadas populações na pastagem nos anos seguintes;

(v) Antecipação do estabelecimento da pastagem para o ano anterior ao estabelecimento do sistema IPF, permitindo a introdução das árvores pelo método do cultivo mínimo na linha de plantio (plantio de árvores no segundo ano de formação da pastagem). Este fato normalmente permite uma antecipação na utilização da pastagem no sistema, através do corte para produção de forragem conservada ou do pastejo controlado com animais de pequeno porte. Entretanto, a utilização da pastagem com animais de grande porte (bovinos adultos, por exemplo), enquanto as árvores são pequenas, em meio à pastagem, pode ser conseguida com o uso de cerca-elétrica, protegendo as linhas de plantio. Isto vem sendo praticado no sul do Brasil, especialmente, na bovinocultura de leite (Porfírio-da-Silva et al., 2009).

O sucesso para o manejo de pastagens em sistemas IPF depende grandemente da aplicação prática dos conhecimentos sobre o crescimento e desenvolvimento das forrageiras em condições de sombra e/ou eventualmente submetidas a limitações de água e nutrientes do solo. As decisões sobre o manejo de pastagens sombreadas devem

ser ajustadas anualmente ou enquanto o estrato arbóreo estiver em crescimento e modificando as caraterísticas do microclima. Sem dúvida, os sistemas IPF são desafiadores no que se refere ao manejo integrado das espécies componentes capazes de garantir produtividade, qualidade e persistência. Por outro lado, estes sistemas traduzem perfeitamente os conceitos mais modernos de exploração agropecuária, ou seja, a conjugação de produção e da rentabilidade com a oferta de serviços ambientais. Por isso, se mostram como excelentes alternativas para a diversificação e integração de atividades em propriedades pecuárias do sul do Brasil.

Referências

ADDISON, H.; CONGDOM, R. Legumes for agroforestry systems. In: AUSTRALIAN AGRONOMY CONFERENCE, 10., 2001, Hobart. **Proceedings**… Hobart: Australian Society of Agronomy, 2001. 1 CD-ROM

ASSMANN, J. M.; AANGHINONI, A.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. de; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S.; CARVALHO, P. C. de F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop–livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, n. 1, p.52–59, June 2014.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, out. 2011.

BALDISSERA, T. C. **O ambiente luminoso**: do impacto no crescimento e desenvolvimento em nível de planta forrageira a dosséis em sistemas integrados de produção agropecuária. 2014. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências: Produção Vegetal) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1721-1727, out. 2008.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C. de ; VARELLA, A. C.; CARASSAI, I. J.; NABINGER, C.; LEMAIRE, G. Morphological acclimation and canopy structure characteristics of Arachis pintoi under reduced light and at full sun. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v. 2, p. 15-17, Mar. 2014.

BARRO, R. S.; VARELA, A. C.; BANGEL, F. V.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; RADIN, B. Screening native C4 pasture genotypes for shade tolerance in Southern Brazil. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010, Lincoln. **Proceedings**… Lincoln: ASA, 2010. p. 1-5.

BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; TRESSCHONS, R. M.; BONNET, O. J. F.; CANTO, M., W. do; MORAES, A. de; LEMAIRE, G.; CARVALHO, P. C. de F. Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems : effects of grazing management and crop rotation strategies. **European Journal of Agronomy**, v. 53, p.67–73, Feb. 2014.

CASTILHOS, Z. M. S.; SAVIAN, J. F.; BARRO; R. S.; FERRÃO, P. S.; AMARAL, H. R. B. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Resumos**... Santa Maria: UFSM, 2003.

CASTILHOS, Z. M. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. F.; AMARAL, H. R. B. Produção arbórea e animal em sistemas silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 39-47, 2009. Edição especial.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M.; NASCIMENTO JUNIOR, E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 19-25, 2009.

CHU, A. C. P.; ROBERTSON, A. G. The effects of shading and defoliation on nodulation and nitrogen fixation by white clover. **Plant and Soil**, v. 41, n. 3, p. 509-519, Dec. 1974.

CONTE, O.; WESP, C. de L.; ANGHINONI, A.; CARVALHO, P. C. de F.; LEVIEN, R.; NABINGER, C. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 579–587, mar./abr. 2011.

DEISS, L.; MORAES, A. de; PELISSARI, A.; SKORA NETO, F.; OLIVEIRA, E. B. de; SILVA, V. P. da. Oat tillering and tiller traits under different nitrogen levels in an eucalyptus agroforestry system in Subtropical Brazil. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p.71–78, jan. 2014.

FERREIRA, E. V. de O.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, S. E. V. G. de A.; CAO, E. G. Concentração do potássio do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p.1675–1684, nov./dez. 2009.

FRANKLIN, K. A. Shade avoidance. **New Phytologist**, v. 179, n. 4, p. 930–944, Sept. 2008.

GARDNER, F. P.; PEARCE, B. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1985.

GIVNISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p.63–92, 1988.

GOMMERS, C. M. M.; VISSER, E. J. W.; ONGE, K. R. S.; VOESENEK, L. A. C. J.; PIERIK, R. Shade tolerance: when growing tall is not an option. Trends in Plant Science, v. 18, n. 2, p. 1360-1385, Feb. 2013.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. **Estabelecimentos na agropecuária**: unidades Brasil. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=24&i=P>. Acesso em: 20 ago. 2018.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage quality responses of C_3 and C_4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v. 33, n. 4, p. 831-837, Jan. 1993.

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2371–2379, nov. 2010.

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, v. 98, n. 3-4, p.419–428, Aug. 1994.

KUNRATH, T. R.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, D. M.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; BARRO, R. S.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for continuously stocked mixed oat annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 71-76, July 2014.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L. M.; GEORGE, F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 3, p.269–281, Nov. 2001.

LUCAS, N. M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar**. 2004. 127 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LUDWIG, F.; DE KROON, H.; PRINS, H. H. T.; BERENDISE, F. Effects of nutrients and shade on tree grass interactions on an East African savanna. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v.12, p. 579-588, Feb. 2001.

MARASCHIN, G. E. Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da região Sul do Brasil. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 1998, Canoas. **Manejo e utilização sustentável de pastagens**: anais. Canoas. Ed. da ULBRA, 1998. p. 29-39.

MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; BREMM, C.; ANGIANO, C.; GONDA, H. L.; CARVALHO, P. C. de F.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1-9, Apr. 2014.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. de A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 4-9, July 2014.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995. **Pesquisa para o desenvolvimento sustentável**: anais. Brasília, DF: SBZ, 1995. p. 147-200.

NEVES, F. P.; CARVALHO, P. C. de F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I. J.; SANTOS, D. T. dos; VEIGA, G. V. da. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1685-1694, set. 2009.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M.; PIRES, M. F. A.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em um sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, out. 2011.

PERI, P. L.; MCNEIL, D. L.; MOOT, D. J.; VARELLA, A. C.; LUCAS, R. J. Net photosynthetic rate of cocksfoot leaves under continuous and fluctuating shade conditions in the field. **Grass and Forage Science**, v. 57, p. 157-170, 2002.

PONTES, L. da S.; BALDISSERA, T. C.; BARRO, R. S.; GIOSTRI, A. F.; STAFIN, G.; SANTOS, B. R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARVALHO, P. C. de F. Interactive N supply and cutting intensity effect on canopy height at 95% light interception. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 25., 2014, Aberystwyth, Wales. **EGF at 50**: the future of European grasslands: proceedings. Aberystwyth: IBERS; Aberystwyth University, 2014. p. 353-355.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Produtividade em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no subtrópico brasileiro**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com Grevillea robusta A. Cunn. Ex R. Br. na Região Noroeste do Paraná. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

SAIBRO, J. C. Animal production from tree-pasture association systems in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Palestra**... São Pedro, SP: FEALQ, 2001. p. 637-643.

SARTOR, L. R.; SOARES, A. B.; FONSECA, L.; MIGLIORINI, F.; MEZZALIRA, J. Produção de forragem de espécies de inverno em ambiente sombreado. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, v. 1, n. 1, p. 13-21, 2006.

SAVIAN, J. V.; BARTH NETO, A.; DAVID, D. B. de D.; BREMM, C.; TRESSCHONS, R. M.; GENRO, T. C. M.; AMARAL, G. A. do; GERE, J.; MCMANUS, C. M.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. de F. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: implications for integrated crop–livestock system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p.112–119, June 2014.

SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C.; CASTILHOS, Z. M. S. **Manejo de animais e pastagens em sistemas de integração silvipastoril**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 98 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 335).

SILVA, J. L. S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por Eucalyptus saligna e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul**. 1998. 174 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SMITH, H.; WHITELAM, G. C. The shade avoidance syndrome: multiple responses mediated by multiple phytochromes. **Plant, Cell & Environment**, v. 20, p. 840–844, 1997.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, mar. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VALLADARES, F.; NIINEMETS, U. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 39, p.237–257, 2008.

VARELLA, A. C.; PERI, P. L.; LUCAS, R. J.; MOOT, D. J.; MCNEIL, D. L. Dry matter production and nutritive value of alfafa (*Medicago sativa* l.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) under different light regimes. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Proceedings**... Piracicaba: Fealq, 2001. p. 660-661.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. P. da; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAIS, H.; MORAES, A. de; SAIBRO, J. C. de; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Org.). **Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 435-460.

VARELLA, A. C.; MOOT, D. J.; POLLOCK, K. M.; PERI, P. L.; LUCAS, R. J. Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? **Agroforestry Systems**, v. 81, n. 2, p. 157-173, Feb. 2011.

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 30-34, jan./fev. 1999.

WILSON, J. R.; WILD, D. W. M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**, Canberra, Australia: ACIAR, 1991. p. 77. (ACIAR Proceedings, 32).

WILSON, J. R.; HILL, K.; SHELTON, H. M.; CAMERON, D. M. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grassland**, v. 24, n. 1, p. 24-28, Jan. 1990.



Capítulo 27

Espécies florestais em sistemas de produção em integração

Alex Marcel Melotto
Valdemir Antônio Laura
Davi José Bungenstab
André Dominghetti Ferreira

Sistemas de integração

Diversas regiões do globo apresentam bom potencial para aplicação de sistemas agroflorestais (SAFs), que combinam a produção de árvores com outras culturas, bem como os sistemas silvipastoris (SSPs), onde se integra a criação de animais com a produção florestal. Ambos os sistemas fazem parte do conceito abrangente de sistemas de produção agrícola em integração, sendo que os princípios e as tecnologias aplicadas aos mesmos são perfeitamente aplicáveis aos sistemas mais complexos de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Os SAFs e SSPs têm grande variedade de aplicações, servindo tanto para a recuperação de pastagens em solos de baixa fertilidade para criação extensiva de bovinos de corte até para a produção de forrageiras de inverno em bacias leiteiras de alta produtividade. Outras formas de uso são, por exemplo, a formação de cercas vivas, banco de proteínas e sombreamento para os animais em qualquer tipo de estabelecimento rural.

A silvicultura no Brasil

O Setor Florestal ocupa lugar de destaque entre os segmentos econômicos estabelecidos no Brasil. O país ocupa atualmente a sexta posição mundial em área de florestas plantadas, que em 2007, somava 5,6 milhões de hectares visando a produção de Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e outros 6,5 milhões de hectares plantados para a produção de Produtos Florestais Não-Madeireiros (PFNM). Estas áreas com florestas plantadas representam a principal fonte de suprimento de matéria-prima para importantes segmentos da indústria florestal, tais como a celulose e papel, móveis, a carvão vegetal para siderurgia, alimentos e borracha natural.

O grande parque floresto-industrial estabelecido no Brasil consumiu em 2007 quase 150 milhões de m^3 de PFM, e mais de 41 milhões de toneladas de PFNM. Neste contexto, Mato Grosso do Sul é considerado atualmente um dos Estados mais promissores para ampliar a produção florestal do país, por possuir clima bastante apropriado para o cultivo de espécies tropicais de alta produtividade (STCP/SEBRAE/SEPROTUR, 2009)

Na maioria dos estados brasileiros, as condições naturais permitem plantios florestais em condições muito mais vantajosas do que as existentes em países europeus, que são tradicionais produtores de madeira. As condições climáticas de praticamente todo o território nacional indicam elevado potencial para o desenvolvimento de atividades florestais. Os países do extremo Norte europeu contam com florestas naturais densas que são exploradas racionalmente. Contudo, a reposição de uma árvore dali extraída, como no caso da bétula, requer pelo menos 50 anos, produzindo em média 3 m^3/ha/ano. Em contrapartida, o Brasil alcançou desenvolvimento tecnológico capaz de obter plantações de eucalipto produzindo mais de 40 m3/ha/ano, com o corte da floresta em apenas sete anos, totalizando uma produção de madeira de 280 m3/ha em um prazo de sete anos. Assim, o Brasil dispõe de extraordinário fator de competitividade, além de o setor florestal ser responsável pela geração de um grande número de empregos permanentes. Salienta-se que em 2011, por exemplo, o setor gerou aproximadamente 4,7 milhões de postos de empregos (ABRAF, 2012).

A implantação de sistemas agrossilvipastoris

Sistemas silvipastoris e agrosilvipastoris são substancialmente mais complexos do que a pecuária convencional. Neles, o produtor deverá planejar e manejar simultaneamente três componentes: o gado, as pastagens e as árvores. Além da maior complexidade do sistema, um dos maiores problemas encontrados nesses empreendimentos é a escolha de espécies florestais. Deve-se buscar aquelas que se adaptem às condições locais, bem como deve ser feito planejamento cuidadoso para implantação das mesmas, especialmente com relação à sua distribuição espacial, para otimizar a produção de madeira e o uso da área para pastagem. Portanto, a escolha de espécies florestais adequadas, a utilização de mudas de boa qualidade e o planejamento criterioso de acordo com os objetivos da produção e das demandas de mercado, são fatores fundamentais para o sucesso com SAFs e SSPs.

Já foram implantadas pela Embrapa, mais de 190 Unidades de Referência Tecnológica (URT) para sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), ILPF e silvipastoris em todas as regiões do país. Como o ajuste das melhores combinações entre quantidade e disposição das árvores e o tipo de forrageira para cada região é um ponto fundamental para o êxito da atividade, essa é também uma das principais demandas nas consultas recebidas pela Embrapa Gado de Corte a respeito desses sistemas.

Visando atender tais demandas, estudos com espécies florestais nativas plantadas em pastagem vêm sendo conduzidos desde 2004 e já apontaram espécies do Centro-Oeste com potencial para uso em sistemas silvipastoris, tais como canafístula, chico magro e ipês (Melotto et al., 2007).

Outro exemplo da importância do planejamento criterioso do sistema, é o estudo realizado por Balandier e Dupraz (1999) que compararam o crescimento, no período inicial (5-8 anos), de árvores plantadas em espaçamentos largos (50 a 400 plantas/ha), em sistemas agroflorestais (60% delas implantadas em sistemas silvipastoris), com plantios florestais comerciais (600 a 1.400 plantas/ha). Os autores concluíram que os problemas de crescimento observados se relacionavam com a escolha de espécies não adaptadas às condições do local de plantio. Esses autores observaram que as árvores de sistemas silvipastoris se desenvolveram muito bem, com taxas de crescimento em altura equiparáveis aos plantios florestais puros. Tendo em conta o objetivo de obter troncos retos, cilíndricos, sem ramos, de 4 a 6 m de comprimento, dentro de 10 a 15 anos, observou-se que o plantio menos denso proporcionou melhores resultados em locais mais férteis e protegidos. Recomenda-se para locais com solos de baixa fertilidade, sujeitos a ventos fortes e estresse hídrico, que sejam usadas densidades maiores de plantio, devido à maior perda de exemplares, para ao final poder-se colher 50 a 80 árvores/ha.

Um aspecto positivo da exploração de madeira integrada com a pecuária é a possibilidade de colheita de acordo com a rentabilidade da floresta em picos de mercado. Nos sistemas agrossilvipastoris, a idade ótima de rotação, intensidade de desbaste ou escalonamento do corte por talhões pode ser variável, ao contrário das culturas agrícolas cujas épocas de colheita não podem ser flexibilizadas.

Assim como a escolha das espécies, as formas de implantação de SSPs e SAFs, especialmente relacionadas com o componente florestal e sua disposição na área e manejo, devem ser feitas de acordo com os objetivos do sistema. Por exemplo, no caso de exploração de madeira, a distribuição das árvores pode afetar grandemente a qualidade da mesma. Para se aumentar o crescimento em diâmetro de árvores selecionadas, a competição entre árvores próximas deve ser reduzida à medida que as mesmas crescem. Quando a introdução das árvores é feita durante a renovação das pastagens, ou em áreas ocupadas anteriormente com agricultura, o plantio das mudas de árvores pode ser inicialmente associado com culturas anuais, retardando-se a semeadura das forrageiras por um ou dois anos, reduzindo-se assim, o custo com a proteção das árvores.

Os tipos mais comuns de distribuição das árvores no sistema estão aqui brevemente descritos, sendo que variações e combinações dos mesmos podem ocorrer de acordo com as condições locais de implantação e os objetivos do sistema.

As árvores podem estar distribuídas de modo aleatório ou em espaçamentos pré-determinados, sendo oriundas de novo plantio ou do manejo da regeneração natural. O uso de árvores em linhas na pastagem preconiza a formação de faixas de árvores, recortando toda a pastagem, preferencialmente em nível. As árvores podem ser plantadas em uma única linha, ou em linhas com duas ou mais fileiras. O plantio das árvores em linhas deve facilitar a entrada de implementos agrícolas. Recomenda-se que as árvores sejam podadas e raleadas à medida que se desenvolvem, para maximizar sua produção e para manter o desenvolvimento do pasto (Montoya et al., 2000).

Para composição de barreiras quebra-vento, naturalmente, as árvores selecionadas devem ser resistentes aos ventos, às pragas e às doenças, além de terem raízes profundas, serem de rápido desenvolvimento e frondosas. No delineamento de barreiras quebra-vento, a estrutura e distribuição espacial dos mesmos deve ser bem planejada para que se alcance o máximo de benefícios. De modo geral, considera-se que as barreiras quebra-vento protejam dos ventos até uma distância de cerca de 10 a 20 vezes sua altura. Os quebra-ventos devem ser longos, estendendo-se por pelo menos 20 vezes sua altura e, preferencialmente, estar conectados a matas e áreas protegidas adjacentes (Abel et al., 1997., Medrado, 2000; Wilkinson; Thaman et al., 2000).

Para estabelecimento de bosquetes ou talhões de árvores, as mesmas podem ser implantadas em espaçamentos de 3 m x 2 m, 3 m x 3 m ou 4 m x 4 m, assim como podem ser deixados capões de mata nativa na pastagem (Montoya et al., 2000). No plantio adensado, a desrama natural é favorecida e o sombreamento entre as árvores aumenta o crescimento em altura das plantas. Já no caso de bancos forrageiros, os plantios também são homogêneos, em altas densidades, com espécies de alto valor forrageiro, obtendo-se alta produção de biomassa, proteína bruta total e proteína bruta digestível, para pastejo direto ou corte e fornecimento para os animais. Dentre as espécies arbustivas lenhosas mais utilizadas, pode-se mencionar a leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e cratília (*Cratylia argentea*).

A escolha de espécies arbóreas

Além da forma de implantação dos sistemas de integração, a escolha das espécies arbóreas que irão compor os mesmos é um ponto crítico do planejamento de SAFs e SSPs. Nessa fase, é imprescindível considerar a suscetibilidade a doenças e pragas, o potencial invasivo e o efeito deletério que as árvores poderiam ter sobre a pastagem. Entre os efeitos deletérios, citam-se o excesso de sombreamento, a deposição excessiva de serrapilheira e o efeito alelopático. Ademais, existe ainda o risco associado ao plantio de espécies que possam se tornar economicamente desinteressantes com o passar do tempo. Isso pode ocorrer com eventuais mudanças no potencial de comercialização de produtos ou até mesmo devido a eventuais restrições ambientais para a exploração dessas espécies.

Como não existe uma regra geral para orientação na escolha das espécies adequadas para o uso em sistemas silvipastoris, é fundamental considerar as peculiaridades regionais e as modalidades de SSPs e SAFs da região. Além do produto madeireiro, as espécies usualmente disponíveis podem ainda fornecer subprodutos, como frutos, sementes, tanino e outros, que podem ser comercializados no mercado local, ou servir de matéria-prima para produtos de exportação, como cosméticos e medicamentos. Adicionalmente, há a possibilidade de fornecerem benefícios ambientais e sociais à comunidade. Levando-se em consideração esses aspectos, aqui estão relacionadas e brevemente descritas algumas espécies florestais nativas e exóticas, com potencial para utilização em sistemas silvipastoris no Brasil, apresentando opções para uma escolha mais precisa, aumentando as chances de sucesso do sistema. Naturalmente, esta é uma lista com as espécies mais populares, usualmente disponíveis. O fato de outras espécies não estarem aqui listadas não as exclui do rol de possibilidades. O importante é o produtor buscar sempre a espécie mais adequada para sua condição e seus objetivos.

Espécies nativas

Canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert)

Também conhecida por acácia-amarela ou cambuí, pode atingir até 20 m de altura e 90 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Sofre danos por geada, apresentando posterior recuperação, como já visto na região Sul de Mato Grosso do Sul (Amambaí) onde plantios comerciais localizados em regiões próximas a cursos d´água sofreram danos e consequente redução de crescimento pela queima por geadas. Mesmo com seu crescimento retilíneo, requer podas para eliminar galhos e aumentar a altura comercial, chamada de fuste, que é a parte do tronco situada entre o solo e as primeiras ramificações.

Uma grande vantagem econômica da espécie, assemelhando-se ao eucalipto, é que apresenta boa rebrota do toco pós-corte, permitindo formação de um novo povoamento sem a utilização de mudas (Carvalho, 1994). Martins et al. (2007) indicaram a canafístula para sistemas silvipastoris, especialmente, pelo seu rápido crescimento e por ter apresentado índice de sobrevivência de 100%, em Santa Catarina.

Em plantios puros, comercialmente conduzidos, o corte pode ser feito nove anos após o plantio, com incremento médio anual de 25 m^3/hectare/ano, totalizando 225 m^3 ao final

do primeiro ciclo, sendo esta madeira utilizada para movelaria, vigas e madeiramento interno e externo de residências. Em sistemas silvipastoris, com menor número de plantas por hectare, o corte será retardado, no entanto, o valor final da madeira será maior.

No Mato Grosso do Sul já existem mais de 100 hectares de canafístula plantados em solos arenosos e com espaçamentos de até 2500 árvores por hectare (Figura 1). Os plantios foram realizados exclusivamente em áreas onde havia pastagem degradada. Foram utilizadas práticas de cultivo mínimo e de conservação do solo, tendo sido necessária a realização das adubações de base. Observa-se que estas práticas se assemelham àquelas realizadas na renovação de pastagens, sendo este momento muito favorável à implantação das árvores na pastagem para composição de sistemas integrados com pecuária e floresta.

Foto: Alex M. Melotto



Figura 1. Plantio comercial de Canafístula no Mato Grosso do Sul.

Esta espécie pode ser utilizada tanto em plantios puros quanto em sistemas silvipastoris, pois a planta apresenta crescimento rápido, atingindo os quatro metros de altura e cinco centímetros de DAP aos dez meses de idade, permitindo a entrada de ovinos na área neste período, uma vez que a canafístula não é palatável para esses animais e não há registros de ramoneio ou danos ao tronco.

Sua copa pouco densa, seu crescimento retilíneo juntamente com as desramas e os desbastes planejados permitem que haja bom desenvolvimento de braquiária sob sua copa, podendo o sistema silvipastoril ser mantido até o momento do corte, com pastejo de gado bovino a partir do 15º mês após o plantio.

Outro fator positivo apresentado pela canafístula, em sistemas integrados, é sua capacidade de fixação de nitrogênio (Dias et al., 2007) e, consequentemente, incrementar a macrofauna do solo, aumentando a densidade de insetos sob sua copa (Dias et al., 2006). Essa espécie pode ser implantada em pastagens via semeadura direta (Mattei;

Rosenthal, 2002), ou por mudas (Figura 2), que podem ser encontradas facilmente devido à grande produção de sementes nas matrizes, fácil germinação e rápido desenvolvimento em viveiros comerciais.



Foto: Alex M. Melotto

Figura 2. Muda de canafístula com 30 dias de plantio. Camapuã – MS.

Paricá (*Schizolobium amazonicum* Ducke)

Também conhecido como pinho-cuiabano, a árvore pode alcançar entre 15 e 40 m de altura, 0,5 a 1,0 m de DAP e fuste de até 25 m. Não tolera baixas temperaturas (Souza et al., 2005; Carvalho, 2006) e prefere regiões de chuvas regulares, tolerando, porém, secas de até cinco meses. A madeira, por ser considerada mole, apresenta processamento fácil, boa trabalhabilidade e recebe bom acabamento, mas possui baixa durabilidade natural (Costa et al., 2005), sendo utilizada para fabricação de laminados, miolos de portas, brinquedos e calçados. Tonini et al. (2005) verificaram, aos cinco anos da implantação, um incremento médio anual de 31,3 m^3/ha/ano, sendo a espécie altamente indicada para SSPs devido às suas ótimas características silviculturais (Lima et al., 2003; Souza et al., 2005). Além disso, o paricá apresenta rebrota no toco pós-corte e índice de sobrevivência no campo de até 97,8% (Marques, 1990).

Em um sistema silvipastoril com *Brachiaria humidicola* no Pará, o Paricá atingiu, aos cinco anos de idade, altura total de 18 m, altura comercial de 13 m e DAP de 0,18 m, confirmando ser espécie altamente indicada para SSPs (Lima et al., 2003; Souza et al., 2005; Maneschy et al., 2009). Para tanto, recomenda-se utilizar densidades de até 700 árvores por hectare (espaçamento 4 m x 4 m), com entrada dos animais em torno de 15 meses após o plantio, desbastes ao 7º e 11º anos e corte final com 15 anos, sendo o preço da madeira estimado, atualmente, em torno de R$ 60,00/m^3.

Azevedo et al. (2009) enfatizam uma combinação promissora para SSPs entre *Schizolobium amazonicum* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, tanto do ponto de vista florestal (bom crescimento da espécie) quanto pastoril (alta produtividade e qualidade da forrageira), com densidades de 600 árvores por hectare e pastejo iniciando-se no segundo ano da implantação.

Cedro rosa (*Cedrella fissilis* Vell.)

Popularmente conhecida como cedro, cedro rosa e cedro verdadeiro, é uma árvore de porte alto e frondosa. Atinge grande diâmetro (acima dos 0,5 m) com rápido crescimento, alcançando facilmente 3 m de altura no primeiro ano. As plantas possuem elevado potencial de produção de sementes, sendo as mudas facilmente confeccionadas, o que a torna fácil de ser encontrada no mercado de mudas nativas.

Há, no entanto, uma restrição aos plantios de cedro, por ser suscetível à broca do ponteiro (*Hypsiphylla grandella*), que é de difícil controle e causa danos que resultam na perda da qualidade da madeira. Para uso em SSPs, recomenda-se que consórcios sejam feitos com espécies com potencial repelente de insetos, ou que não permitam a eclosão de ovos da mariposa, como é o caso do cedro australiano (*Toona ciliata*), ambas com grande potencial madeireiro.

No plantio em pastagens, Melotto et al. (2007) observaram crescimento de 0,6 m no primeiro ano. Este crescimento pode ser acelerado se as plantas forem sombreadas, com outras espécies florestais de crescimento mais rápido, ou seja, compondo-se um sistema agroflorestal (Paiva; Poggiani, 2000). A espécie apresenta boa resposta às adubações de base e cobertura, que associadas às outras práticas silviculturais (principalmente as capinas), aceleram muito seu crescimento inicial.

Foi instalado em 2007, na Embrapa Gado de Corte, um sistema agroflorestal com cedro rosa nas entrelinhas de feijão guandu em área utilizada para pastagem (Figura 3). Foram obtidos bons resultados de sobrevivência inicial do cedro, sem registros de ataque da broca acima citada. Este sistema apresenta a vantagem de possibilitar o uso do feijão guandu como fonte de proteína para os animais (cortando e fornecendo no cocho) durante o período em que o porte da espécie florestal ainda não permite a entrada dos animais na área.



Foto: Alex M. Melotto

Figura 3. Sistema agrossilvipastoril com cedro rosa, feijão guandu e pastagem.

Baru (*Dipteryx alata* Vogel)

Popularmente conhecido como Baru, cumbaru, coco-feijão (Figura 4), é uma espécie secundária encontrada no Cerrado e em florestas estacionais, preferindo solos secos e bem drenados, sendo pouco exigente em fertilidade (Carvalho, 1994).



Foto: Davi J. Bungestab

Figura 4. Árvore adulta de Baru em pastagem do Centro-Oeste brasileiro.

Sua madeira é durável e muito pesada, compacta, resistente a fungos e cupins, própria para construção de estruturas externas como estacas, postes, mourões, obras hidráulicas, dormentes, bem como para construção civil e naval (Almeida et al., 1998). O crescimento do baru é de lento a moderado, apresenta boa resposta às adubações com fósforo e nitrogênio, atingindo sobrevivência acima de 80% em campo. Suas folhas, com boa rebrota após o ramoneio, são forragem para o gado e seus frutos são utilizados na alimentação humana, *in natura* ou torrados (Carvalho, 1994; Alvarenga; Jorge, 2008) (Figura 5).

Foto: Davi J. Bungenstab



Figura 5. Frutos de Baru em árvore remanescente em pastagem no Centro-Oeste brasileiro.

Tal demanda por frutos para consumo humano tem impulsionado o extrativismo, trazendo a necessidade de implantação de áreas para a produção de frutos. Estas podem ser estabelecidas em pastagens com sistemas SSPs. Todavia, no momento da colheita, a área deve ser isolada dos animais, evitando assim o consumo dos frutos. Dessa forma, ressalta-se o uso múltiplo da espécie, característica muito desejada no componente florestal do sistema.

A atual demanda por frutos é suprida por árvores isoladas de baru que foram poupadas no desmatamento devido ao robusto e profundo sistema radicular que dificultava seu tombamento. Por isso, diversas árvores são ainda encontradas em pastagens, proporcionando também sombra aos animais em uma forma muito simples de sistema silvipastoril.

Sob sua copa, normalmente não há pastagem, fato que, por vezes é atribuído à presença de aleloquímicos nas raízes ou folhas. No entanto, a presença de poucas árvores fornecendo um recurso tão necessário aos animais provoca o superpovoamento embaixo de suas copas, com consequente pisoteio e eliminação da forrageira.

Segundo pesquisa realizada por Oliveira (1999), a presença do baru na pastagem de Brachiaria decumbens aumentou o período de tempo de umidade disponível no solo, aumentou a disponibilidade de nutrientes para a pastagem e o conteúdo total de nutrientes na forragem em relação à pastagem em monocultivo. As quantidades de carbono orgânico foram significativamente maiores sob a copa das árvores (cerca de 50% mais elevadas) em relação à área aberta. Os teores de nitrogênio no solo sob as copas foi 18% maior que em área aberta .

A presença de baru em áreas de pastagem é desejada tanto em função do fornecimento de abrigo aos animais quanto pelo valor energético e nutricional dos frutos que possuem

polpa rica em calorias, potássio e fósforo. Vários estudos têm sido realizados para o melhoramento genético do Cumbaru, tanto para os parâmetros de crescimento quanto de qualidade de suas folhas como forrageira, o que trará em breve grandes avanços e novas possibilidades de uso da espécie.

Portanto, o baru tem posição extremamente favorável para uso em SSPs, tanto pelas melhorias trazidas à pastagem quanto pela possibilidade de comércio de suas sementes, que possuem alto valor de mercado e boa aceitação "in natura" ou torradas (Nepomuceno, 2006).

Louro pardo (*Cordia trichotoma* Vell.)

Também conhecido como louro ou freijó, esta espécie apresenta crescimento rápido, podendo alcançar 1,34 m de altura aos 14 meses de idade (Pedroso et al., 2003). Apesar de ainda pouco estudado, os sistemas implantados com esta espécie e conduzidos com rigor, podem representar bons resultados, tendo em vista que a espécie possui madeira tradicionalmente utilizada em algumas regiões do Brasil, facilitando assim, sua inserção no mercado.

A madeira do louro-pardo é de leve a moderadamente densa, com 0,43 a 0,78 g/cm^3 a 15% de umidade, com massa específica de 0,65 g/cm^3, apresentando elevada trabalhabilidade com bom acabamento final (Melo; Paes, 2006). Possui alta resistência aos organismos xilófagos, especialmente cupins (Paes et al., 2007) e baixa permeabilidade às soluções preservantes, em tratamentos sob pressão. Sua secagem exige cuidados, pois facilmente ocorrem rachaduras de superfície e de topo de tora. Podem ser obtidas peças envergadas tendo, também, boa resistência à flexão e boa estabilidade para usos interiores.

Espécies Exóticas

Eucalipto

De forma geral, as florestas de eucalipto são de longa tradição em todo o Brasil, sendo alvo de mais de 40 anos de estudos. Hoje existe conhecimento técnico de manejo e melhoramento genético avançado, permitindo ao produtor o acesso fácil à mudas de ótima qualidade, preço acessível e uma gama de espécies para os diversos fins desejados. Estes fatores o colocam em posição de destaque como essência florestal e como componente importante dos sistemas silvipastoris.

Os SSPs com eucalipto podem, por exemplo, ter por finalidade o fornecimento de madeira sólida para fabricação de móveis que, apesar de ser um uso mais nobre da madeira e por isso ter melhores preços, ainda é pouco explorado no Brasil. Para esse fim, deve-se buscar mudas de espécies que forneçam madeira adequada, como o *Corymbia citriodora* (anteriormente conhecido como *Eucalyptus citriodora*), o *Eucaliptus urophyla* e o eucalipto híbrido chamado urograndis (*E. urophylla* + *E. grandis*) (Figura 6).

Foto: Davi J. Bungenstab



Figura 6. Sistema de ILPF com *Eucalipto urograndis* em Campo Grande, MS.

Em sistemas de integração, seja qual for o arranjo, a área e/ou o sistema utilizado, se não houver uma demanda direta de compradores, sugerem-se materiais que possibilitem a multiplicidade de usos. Deve-se então dar preferência a espécies que possam ser utilizadas e comercializadas nos mais diversos mercados, tais como madeira serrada, postes para tratamento, vigas, tábuas. Sempre que possível, deve-se priorizar usos mais nobres, que agreguem maior valor ao produto gerado no SSP ou ILPF, especialmente pelo fato de que tais sistemas possuem uma densidade de plantas/hectare reduzida (entre 200 e 600 árvores/ha).

Em experimento conduzido utilizando-se o delineamento de Nelder, foi observado que a orientação de plantio (Norte Sul ou Leste Oeste) não exerceu influência sobre o crescimento das árvores. No entanto, a forrageira abaixo das linhas de árvores no sentido Norte-Sul sofreu estiolamento, apresentando maior altura. Também foi observado que nas densidades de árvores usualmente utilizadas em SSPs (200 a 400 plantas/hectare), estas possuem altura 15% menor e diâmetro 8% maior do que em plantios puros, contribuindo para a qualidade e consequente valor das toras extraídas.

As forrageiras *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu (Figura 7) e Piatã (Figura 8) apresentaram excelente desenvolvimento quando plantadas em sistemas de integração. Com densidades de até 600 árvores por hectare, observou-se redução de menos de 10% na produção de matéria seca em comparação com pastagem em monocultivo, que pode ser considerado um bom resultado. Já o capim-massai (Figura 9) (*Panicum* ssp. cv. Massai) apresentou produção de matéria seca satisfatória somente em densidades abaixo de 300 árvores por hectare, exigindo maior atenção do produtor para seu uso.



Foto: Alex M. Melotto

Figura 7. Sistema silvipastoril experimental em Roda de Nelder com eucalipto (densidade de 150 a 1.300 plantas por hectare) e capim-marandu em Ribas do Rio Pardo, MS.



Foto: Alex M. Melotto

Figura 8. Sistema silvipastoril experimental em Roda de Nelder com eucalipto (densidade de 150 a 1.300 plantas por hectare) e capim-piatã em Ribas do Rio Pardo, MS.

Foto: Alex Marcel Melotto



Figura 9. Sistema Silvipastoril experimental em Roda de Nelder com eucalipto (densidade de 150 a 1.300 plantas por hectare) e capim-massai em Ribas do Rio Pardo, MS.

Com relação ao conforto térmico animal, nas densidades entre 400 e 600 árvores por hectare, observou-se temperaturas maiores durante a madrugada e menores durante a tarde, amenizando, portanto, os extremos climáticos. Em média, a umidade relativa na área sombreada foi 15% maior em comparação à área aberta, beneficiando os animais e a forrageira.

Devido à importância da espécie, as principais práticas de manejo e as propriedades da madeira do eucalipto em sistemas de integração estão tratadas em capítulo específico desta obra.

Grevílea (*Grevillea robusta* Cunn)

A grevílea é uma espécie arbórea nativa de áreas costeiras subtropicais da Austrália. Foi introduzida no Brasil ao final do século XVIII, no Estado de São Paulo, para sombreamento de cafezais. Em sistemas silvipastoris de climas quentes, tem facilidade de adaptação e rápido crescimento em diversos tipos de solo, suportando bem a pressão exercida pelo gado (Martins; Neves, 2003; Nepomuceno, 2007; Lustosa, 2008). Sua madeira é utilizada na fabricação de dormentes, painéis, compensados e até móveis, como camas e cadeiras, com boa aceitação do trabalho de usinagem.

Silva (1998) constatou que a presença de *Grevillea robusta*, em pastagens da região Noroeste do Paraná, exerceu influência sobre algumas variáveis microclimáticas como a temperatura e a umidade do ar e no déficit de pressão de vapor d'água, trazendo consequências positivas para o desenvolvimento da pastagem, favorecendo seu crescimento pelo aumento da sua transpiração, além do conforto térmico animal.

Os efeitos microclimáticos em SSPs com grevílea também são consideráveis e foram observados no Paraná por Porfírio-da-Silva (1998), ressaltando-se que a implantação de renques alterou os padrões de incidência solar e de ventos, além dos padrões térmicos e de pressão de vapor d'água e fluxo de calor, elevando a temperatura do ar no inverno, reduzindo a degradação dos pastos e aumentando o conforto térmico animal. À noite, a temperatura do ar foi maior no interior das faixas de árvores e durante o dia foi menor sob a sombra das árvores. Da mesma forma, o teor de água do solo foi maior nos renques, fornecendo assim, melhores condições tanto para a forrageira quanto para os animais.

Em 1979, foi instalado um experimento de sombreamento de pastagens no Arenito Caiuá, PR, com o plantio de grevílea nos terraços espaçados de 20 a 22 m e as árvores com espaçamento de 2,5 m na linha, sendo a pastagem instalada em 1982, com grama estrela (*Cynodon plectostachyus*). De acordo com os resultados, o sistema suportou 2,1 animais/ha (50 % maior do que em pastagem solteira), sofreu somente 10% de danos com geada, contra os 90 % da pastagem tradicional, além de produzir um acréscimo de mais de 122 m^3 de madeira/hectare com somente 198 árvores por hectare (Porfírio-da-Silva, 1994).

Para essa espécie, prefere-se a formação de áreas com plantio em faixas com linhas duplas ou triplas, evitando-se a utilização de árvores isoladas. Esta postura visa evitar a alta conicidade e a formação de ramos laterais vigorosos nas árvores isoladas devido à ausência de competição por luz, o que resulta em perdas de quantidade e qualidade da madeira no processamento, seja pelo descarte de costaneiras ou pela presença de nós de grandes proporções.

Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem.)

O cedro australiano (*Toona ciliata*) foi introduzido no Brasil no final da década de 1980 no sul da Bahia, onde apresentou rápido crescimento e, desde então, tem se expandido em plantios puros em todo o Brasil. As árvores são de grande porte, podendo alcançar 1,0 m de diâmetro e até 40 m de altura, com tronco retilíneo e poucas bifurcações.

Sua propagação é fácil, no entanto, as sementes são provenientes da Austrália, de onde a espécie é nativa. Os principais motivos da rápida expansão das áreas plantadas com cedro australiano são a similaridade da qualidade de sua madeira com o cedro rosa (*Cedrella fissilis*) e a tolerância aos ataques da broca *Hypsypyla grandella*, praga responsável pelo insucesso de muitos plantios de outras espécies da família Meliacea como o mogno (*Swietenia macrophylla*), além do cedro rosa (Paiva et al., 2007).

É uma espécie de crescimento rápido, sua madeira possui densidade de 450 kg/m^3 (Lamb; Borschmann, 1998), tendo propriedades físico-mecânicas de grande valor para a indústria moveleira, de laminados e construção civil, possuindo características intermediárias entre o mogno e o cedro rosa, em termos de qualidade e utilizações. Além disso pode ser empregado na construção de mobílias de luxo e embarcações, ornamentos de interior, instrumentos musicais, caixas e engradados, entre outros usos. Relata-se, também, a extração de taninos e de componentes utilizados na produção de inseticidas, essência para a indústria de perfumaria, cosméticos e medicamentos.

É considerada uma espécie intermediária, com boa tolerância ao sol pleno, e também ao sombreamento, porém, para se obter elevados índices de crescimento, as plantas requerem altos níveis de radiação. Em relação ao frio, as plantas desta espécie toleram apenas geadas leves e de curta duração (Bristow et al., 2005).

Foi descrito por Thaman et al. (2000) como uma espécie multipropósito indicada para sistemas agroflorestais pela qualidade de sua madeira, bem como pela capacidade de atingir até 35 metros na maturidade, o que não traz prejuízos à forragem abaixo de sua copa, sendo também indicada para quebra-ventos. Lamb e Borschmann (1998) citam que o cedro australiano pode ser beneficiado pelo plantio consorciado com outras essências florestais, diminuindo o ataque de pragas.

Cardoso (2004) indica o cedro australiano também para sistemas agroflorestais como agente sombreante para o café. É bem aceito pelos produtores pela fácil condução, alta rusticidade da espécie e baixa competição com o café por água e nutrientes. Apresenta bom desenvolvimento e desempenha importante papel na adição de produção de madeira ao sistema.

No Brasil Central, plantios de cedro australiano têm sido conduzidos desde 2005 em Campo Grande-MS (Figura 10). O desenvolvimento tem sido satisfatório, apresentando altura de cinco metros e DAP de oito centímetros no segundo ano, além da copa pouco densa e crescimento extremamente retilíneo, proporcionando incremento volumétrico em torno de 15 m^3/ha/ano. Estes dados mostram o potencial de uso desta espécie em SSPs, em especial pela ausência da competição com a forrageira.

Foto: Alex Marcel Melotto



Figura 10. Plantio de cedro australiano em Campo Grande, MS em consórcio com abacaxi.

Para uso em SSPs e ILPF, indica-se o plantio em faixas com linhas duplas ou triplas espaçadas pelo menos 15 m entre si, com desbastes programados visando redução da competição entre plantas e melhoria da qualidade da madeira. Como a planta prefere solos férteis, esta condição pode acelerar seu crescimento inicial, podendo o produtor conduzir agricultura no ano de implantação e, já no segundo ano, formar a pastagem entre as faixas.

No entanto, deve-se observar a necessidade de desramas de condução nas plantas, que serão executadas de acordo com a necessidade observada. Quanto menor for a competição entre as plantas, maior será a emissão de ramos laterais que deverão ser retirados, aumentando a área comercial da tora.

Acácia mangium (*Acacia mangium* Willd.)

Nos últimos dez anos, a espécie arbórea australiana *Acacia mangium* tem sido plantada amplamente com propósitos comerciais em diversos países tropicais, como Tailândia, Malásia, Nepal e Filipinas. No Brasil, estima-se que existam cerca de 10.000 ha plantados para produção de celulose e energia. Apresenta crescimento rápido, com até 3,5 metros de altura e oito centímetros de DAP no segundo ano, podendo apresentar até 0,9 m^3 por árvore com 10 anos, requerendo desramas (Figura 11) para condução de madeira para processamento em serrarias.



Foto: Alex Marcel Melotto

Figura 10. Desrama em árvore de *Acácia mangium* com posterior aplicação de calda bordalesa visando proteção contra fungos.

O poder calorífico da espécie (4.900 kcal/kg) favorece seu uso para produção de energia, sendo seu uso quatro vezes mais eficiente do que a madeira de espécies nativas, tradicionalmente usadas em olarias e fornos no Amazonas (Azevedo et al., 2002).

A madeira é usada, também, na produção de celulose, movelaria, adesivos, além de ser usada na silvicultura urbana, na recuperação de áreas degradadas e como corta-fogo, sendo também uma espécie melífera. Uma vantagem silvicultural da acácia é a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio no solo (National Research Council, 1983).

Souza et al. (2004) verificaram incremento anual de 45 m^3/ha/ano para plantios puros de acácia mangium, na região amazônica, afirmando que esta espécie pode ser empregada em programas de reflorestamento, substituindo a extração de espécies nativas.

Sua capacidade de fixar nitrogênio a torna uma opção de elevado potencial para cultivos consorciados, tanto com culturas perenes como com cultivos anuais, pois as plantas ao seu redor poderão se beneficiar do nutriente. A associação com cultivos ocorre, principalmente, nos primeiros três anos de desenvolvimento, onde a árvore, por sua vez, aproveita parcialmente a fertilização dos cultivos. Deve-se atentar para o fato desta espécie apresentar potencial forrageiro, com probabilidade do gado alimentar-se de suas folhas, em especial na estação seca. Além disso, nos esquemas de plantio onde as árvores permaneçam excessivamente expostas ao vento poderá haver elevada incidência de árvores danificadas, pois sua copa é densa e apresenta bifurcações, tornando-as mais suscetíveis a rachaduras e quedas (Figura 12).

Nim (*Azadirachta indica* A. Juss)

Nim ou margosa é uma planta de origem asiática natural de Burma e das regiões áridas do subcontinente indiano. Possui crescimento rápido, atingindo normalmente 10 a 15 m de altura e alcançando até 2,5 m com um ano e 8 m de altura com cinco anos (Neves et al., 2003). É uma espécie de fuste geralmente reto, com diâmetro médio variando entre 25 e 30 cm, aos oito anos de idade.

Seu sistema radicular atinge 15 m de profundidade. Prefere climas tropicais com precipitação pluviométrica anual entre 40 e 800 mm, sendo resistente a longos períodos secos e com capacidade



Foto: Alex Marcel Melotto

Figura 12. Plantio de *Acacia mangium* com árvores danificadas pela ação do vento em Campo Grande, MS.

para florescer até mesmo em solos secos e pobres em nutrientes. É uma espécie que não tolera geadas e locais encharcados e salinos (Neves et al., 1996).

A madeira do nim é dura, relativamente pesada (0,56 – 0,85 g/cm^3), muito utilizada na confecção de carretas, ferramentas e implementos agrícolas, pois apresenta resistência ao ataque de cupins e ao apodrecimento. Seu cerne é rico em tanino e sais inorgânicos de cálcio, potássio e ferro. O manejo adequado do estande em floresta pura pode propiciar rendimentos de madeira de alta qualidade de até 15 m^3/ha/ano até o quarto ano de idade e 40 m^3/ha/ano aos dez anos (Neves et al., 2003). Por ser durável e resistente, é utilizada também na fabricação de postes para cercas, casas e móveis finos, sendo os postes de nim especialmente importantes nos países em desenvolvimento (Vietmeyer, 1992; Neves et al., 2003).

A madeira do nim indiano apresentou poder calorífico de 4.088 kcal/kg, com rendimento em carvão de 38,20%, teor de cinzas de 2,11% e porcentagem de carbono de 81,82%, o que revela a qualidade desta espécie também como material energético (Araújo et al., 2000).

O nim pode ser usado estrategicamente como quebra-vento e, em áreas de poucas chuvas e ventos fortes, protege as culturas da dessecação. Segundo Benge (1988), na Nigéria, o nim é usado como quebra-vento em plantações de milho, resultando em 20% de aumento na produção de grãos.

No Quênia, é usado como quebra-vento em plantações de sisal, podendo ser, em certas condições, plantado com espécies frutíferas ou com gergelim, algodão, amendoim, feijão, sorgo, etc. Todavia, uma eventual incompatibilidade com outras culturas ainda deve ser investigada (Radwanski; Wickens, 1981).

Quanto aos produtos da árvore, a aplicação do óleo de nim a 0,6% no solo é uma boa alternativa ao uso de inseticidas químicos para controle de pupas das moscas *Lucilia cuprina, Chrysomya megacephala, Cochliomyia hominivorax* e *Musca domestica* (Deleito; Borja, 2008).

O clima e os solos do Cerrado são adequados para o desenvolvimento e exploração comercial da espécie (Neves et al., 2005), seja em plantios puros ou em sistemas silvipastoris. A espécie pode ser plantada em áreas de agricultura com posterior formação de pastagens, atingindo até 3 m de altura já no final do primeiro ano de plantio, dependendo dos tratos culturais e do nível tecnológico empregado. Além disso, recomenda-se o plantio em sedes, praças de alimentação, corredores e ao lado de mangueiros, pois sua copa densa e ovalada fornece sombra de qualidade e em abundância (Figuras 13). No entanto, deve-se evitar a implantação de árvores isoladas nas pastagens, preferindo-se as faixas puras ou intercaladas com outras espécies de crescimento similar, como o eucalipto citriodora.

Fotos: André Domingheti Ferreira



Figura 13. Plantio de nim em forma de barreira quebra vento para confinamento no Centro-Oeste brasileiro.

Teca (*Tectona grandis* L.f.)

Nos últimos 40 anos o setor florestal brasileiro desenvolveu-se com base nas espécies exóticas dos gêneros *Pinnus* e *Eucalyptus*. Entretanto, a *Tectona grandis*, popularmente conhecida como teca (Figura 14), em algumas regiões, vem também se destacando pela produtividade e qualidade de sua madeira. O mercado brasileiro tem apresentado grande potencial de consumo dessa madeira.

Foto: Alex Marcel Melotto



Figura 14. Plantio de teca (*Tectona grandis* L.f.) na região de Cuiabá, MT.

A teca é uma espécie nativa das florestas tropicais situadas entre 10°N e 25°N no subcontinente índico e no Sudeste asiático. Possui alta adaptabilidade aos mais diversos ambientes, com dispersão vertical entre 0 e 1.300 m acima do nível do mar, ocorrendo em áreas com precipitação anual de 1.100 a 2.500 mm e temperaturas extremas de 2°C a 42°C, porém não resiste a geadas (Lamprecht, 1990 in Lima et al., 2009).

Considerada uma planta de fácil cultivo, a *T. grandis* é pouco sujeita às pragas e doenças, sua árvore adulta atinge entre 25 e 35 m de altura e aproximadamente 1 m de DAP e perde as folhas durante a estação seca. A teca produz madeira de excelente qualidade, valorizada pela beleza, resistência e durabilidade. Tem grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até três vezes superiores aos do mogno (*Swietenia macrophylla*, sendo utilizada na produção de móveis, decoração, esquadrias de alto padrão e embarcações. Na Ásia, o seu ciclo de rotação é variável de 60 a 100 anos. Períodos de estiagem acima dos 3 meses, solos rasos e de baixa fertilidade suprimem o crescimento da espécie. No Brasil, a espécie vem sendo plantada há mais de 15 anos, especialmente na região Norte, onde os plantios são bem sucedidos devido, principalmente, aos índices pluviométricos acima dos 1.400 mm/ano, bem distribuídos.

A teca é indicada para sistemas agrosilvipastoris na região Norte e Sudeste do Brasil (Figura 15), especialmente pelo seu crescimento moderado e alta qualidade da madeira. Nos sistemas de integração com pecuária, os plantios mais espaçados (12 m x 2,5 m) não demonstraram prejuízos à produtividade e/ou qualidade da madeira, evidenciando que os pontos fortes da espécies são mantidos quando em integração com pastagens. Neste caso, a entrada do gado poderá ocorrer por volta do terceiro ano após o plantio. Nesses sistemas os animais poderão permanecer na área até o momento do corte final das árvores, que no Brasil ocorre em torno do 15º ano após o plantio.



Foto: Alex Marcel Melotto

Figura 15. Plantio de teca (*Tectona grandis* L.f.) em sistema agrossilvipastoril no Mato Grosso.

Recentemente o uso de SSPs com teca foi beneficiado pela abertura de mercado para a madeira de teca jovem, que é colhida entre o 5º e 9º ano após o plantio. Essa colheita é feita por desbaste de parte das árvores da povoação (Figura 16), favorecendo a entrada de luz no sistemas e consequentemente permitindo o melhor desenvolvimento da forrageira para pastagem.

Foto: Alex Marcel Melotto



Figura 16. Madeira obtida de desbaste de teca.

Considerações finais

O uso de sistemas silvipastoris está em evidência no Brasil. Várias pesquisas têm sido conduzidas e os produtores rurais têm demonstrado interesse em sua implantação. As grandes empresas de base florestal também investem na implantação de SSPs, alavancando ainda mais a atividade. No entanto, apesar do grande potencial que a atividade apresenta, o produtor deve lembrar que cada região e até mesmo cada estabelecimento rural, apresenta características específicas que exigem um modelo de implantação adaptado às suas necessidades. É importante que cada empreendedor avalie as características de seu local e região e busque informações detalhadas, troque experiências e faça um planejamento criterioso, desenvolvendo um modelo que produza resultados técnicos, econômicos, sociais e ambientais positivos.

Referências

ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A.; CLEUGH, H.; FARGHER, J.; LAMBECK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZACKER, R.; THORBURN, P. Design principles for farm forestry : a guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. Barton, A.C.T.: Rural Industries Research and Development Corporation, 102p. RIRDC/LWRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program, 1997.

ABRAF. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF 2012: ano base 2011. Brasília, DF: ABRAF, 2012. 150 p.

ALMEIDA, S. P. de; PROENCA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.464, 1998.

ALVARENGA, C. R. C.; JORGE, M. H. A. Cumbaru no Pantanal. Agrosoft Brasil, 2008. Disponível em: <www.agrosoft.org.br/agropag/102223.htm>. Acesso em: 10 set. 2012.

ARAÚJO, L. V. C.; RODRIGUIEZ, L. C. E.; PAES, J. B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 153-159, jun. 2000.

ARCO-VERDE, M. F. P**otencialidades e usos da *Acacia mangium* Willd no Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 18 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 6).

AZEVEDO, C. M. B. C. de; VEIGA, J. B. da; YARED, J. A. G.; MARQUES, L. C. T. Avaliação de espécies florestais e pastagens em sistemas silvipastoris em Paragominas, Pará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia, GO. **Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis**: anais. Brasília, DF: Emater: Embrapa, 2009.

AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; ATAYDE, C. M.; LIMA, R. M. B. Caracterização da biomassa e de propriedades tecnológicas de espécies florestais com potencial para produção de energia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. (Não publicado)

BALANDIER, P.; DUPRAZ, C. Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France. Agroforestry Systems, v.43, p.151-167, 1999.

BENGE, M. D. Cultivation and propagation of neem tree. In.: JACOBSON, M. **Focus and phytochemical pesticides**: the neem tree. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 2-18.

BRISTOW, M.; ANNADALE, M.; BRAGG, A. **Growing rainforest timber trees**: a farm forestry manual for North Queensland: a report for the RIRDC / Land & Water Australia / FWPRDC / MDBC Joint Venture Agroforestry Program. Barton: RIRDC, 2005. 87 p. (RIRDC Publication, n. 03/010. RIRDC Project n. DAQ240A).

CARDOSO, I. E. Experimentação participativa com sistemas agroflorestais por agricultores familiares: espécies arbóreas utilizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: UFMG, 2004.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas Brasileiras. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 627p. 2006.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPF; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 639p, 1994.

COSTA, D. H. M.; REBELLO, F. K.; D´ÁVILA, J. L.; SANTOS, M. A. S. dos; LOPES, M. L. B. Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (Schizolobium amazonicum Huber). Belém, PA : Banco da Amazonia, (Série Rural 2)19p. 2005.

DELEITO, C. S. R.; BORJA, G. E. M. Nim (*Azadirachta indica*): uma alternativa no controle de moscas na pecuária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 293-298, jan./jun. 2008.

DIAS, P. F. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 6p.1015-1021, jun. 2006.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 2p. 352-356, mar./abr. 2007.

LAMB, D.; BORSCHMANN, G. Agroforestry with hight value trees. Queensland: RIRDC, 59p., 1998.

LIMA, I. L.; MONTEIRO BORGES FLORSHEIM, S.; LONGUI, E. L. Influência Do Espaçamento Em Algumas Propriedades Físicas Damadeira De Tectona grandis Linn. Cerne, Vol. 15, Núm. 2, p. 244-250, abril-junho, 2009.

LIMA, S. F.; CUNHA, R. L. da. Comportamento do paricá (Schizolobium amazonicum Herb.) submetido à aplicação de doses de boro. Cerne, Lavras, v. 9, n. 2, p.192-204, jul./dez. 2003.

LUSTOSA, A. A. S. Sistemas silvipastoris – propostas e desafios. Revista Eletrônica Lato Sensu, Ano 3, n.1, p.1-22, mar. 2008.

MANESCHY, R. Q.; SANTANA, A. C.; VEIGA, J. B. Viabilidade econômica de sistemas silvipastoris com *Schizolobium parahyba* var. amazonicum e *Tectona grandis* no Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 49-56, dez. 2009. Edição especial.

MARQUES, C. L. T. Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará. Dissertação(mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 92 f. 1990.

MARTINS, C. E. N.; VIEIRA, A. R. R.; VINCENZI, M. L. A. Avaliação de espécies arbóreas em um sistema silvipastoril no município de Imaruí, SC. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n.1, p.463-466, fev. 2007.

MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M. Grevillea robusta Cunn.: resultados obtidos com procedências no Estado do Paraná e São Paulo. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 103). 4p., 2003.

MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Semeadura direta de canafístula (Peltophorum dubium (Spreng.) Taub. no enriquecimento de capoeiras. Revista Árvore , Viçosa, MG, v. 26, n. 6p. 649-654. 2002.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, p.269-312, 2000.

MELO, R. R.; PAES, J. B. Resistência natural de quatro madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. Caatinga, Mossoró, v. 19, n. 2, p.169-175, 2006.

MELOTTO, A. M.; BOCCHESE, R.; SCHELEDER, D. D.; LAURA, V. A.; NICODEMO, M. L.; GONTIJO NETO, M. M.; POTT, A.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas do Brasil Central plantadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 288-290, jul. 2007. Supl. 1.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. de O. Guia prático de arborização de pastagens. Colombo: Embrapa Florestas, 15p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49). 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Mangium and other fast-growing acacias for the humid tropics. Washington: 62p., National Academy Press, 1983.

NEPOMUCENO, A. N. Caracterização e avaliação de sistemas silvipastoris da Região Noroeste do Estado do Paraná. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Orientador: Ivan Crespo Silva. 57 f. 2007.

NEPOMUCENO, D. L. M. G. O extrativismo de baru (Dipteryx alata Vog) em Pirenópolis (GO) e sua sustentabilidade. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) – Universidade Católica de Goiás. 117 f. 2006.

NEVES, B. P. das; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano (Azadirachta indica A. Juss). Goiânia: 32p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular técnica, 28). EMBRAPA-CNPAF, 1996.

NEVES, B. P. das; OLIVEIRA, I. P. de; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. Santo Antônio de Goiás: 12p., (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 62). Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; MACEDO, F. R.; SANTOS, K. J. G.; RODRIGUES, C.; MOREIRA, F. P. Utilização medicinal do nim. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 1, n. 1, p. 107-118, ago. 2005.

OLIVEIRA, M. E. Influência de árvores isoladas de duas espécies nativas, em pastagem de Brachiaria decumbens no cerrado. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília.60 f. 1999.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. Cerne, Lavras, v. 13, p.160-169, 2007.

PAIVA, A. V. de; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. Scientia forestalis, n. 57, p.141-151, jun. 2000.

PAIVA, Y. G.; MENDONÇA, G. S.; SILVA, K. R. da; NAPPO, M. E.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M. Zoneamento agroecológico de pequena escala para Toona ciliata, *Eucayptus grandis* e *Eucalyptus urophilla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE, 2007. p. 1785-1792.

PEDROSO, K. B.; ANGELO, A. C.; CAXAMBU, M. G.; GENERO, E. Desenvolvimento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud sob competição com *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex a Rich) Stapf e *Paspalum notatum* (Flugge) na região do Arenito Caiuá - PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL DEGRADAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, 2003, Foz do Iguaçu. **Anais**... Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 8p. 2003.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris com *Grevillea robusta* A . Cunn. Ex R.Br. no noroeste do Estado do Paraná. Florianópolis: UFSC, 128p., (Dissertação Mestrado) 1998.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril (grevílea + pastagem): uma proposição para o aumento da produção do arenito Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAISES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**... Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. v. 2, p. 291-297. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 27).

RADWANSKI, S. J.; WICKENS, G. E. Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadiracha indica*) in the tropics. **Economic Botany**, v. 35, n. 4, p.908-914, Oct. 1981.

SANTOS, A. J.; LEAL, A. C.; GRAÇA, L. R.; CARMO, A. P. C. do. Viabilidade econômica do sistema agroflorestal grevílea x café na região norte do Paraná. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 89-100, 2000.

SILVA, V. P. Modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris com Grevílea robusta A.Cunn, na região noroeste do Paraná. Dissertação. (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade de Santa Catarina. 128 f, 1998.

SOUZA, C. R. de; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M. B. de. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 95-101, jun. 2004.

SOUZA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. Paricá – Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke. Informativo técnico Rede de Sementes da Amazônia, n. 13, 2005.

STCP/SEBRAE/SEPROTUR. Plano Florestal De Mato Grosso Do Sul. Resumo Executivo. Campo Grande, MS. 39p., 2009.

THAMAN, R. R.; ELEVITCH, C. R.; WILKINSON, K. M. Multipurpose trees for agroforestry in the Pacific Islands. 50p. Holualoa: PAR, 2000.

TONINI, H.; PEREIRA, M. R. N.; ARCO-VERDE, M. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. M. de. Seleção de equações para o paricá (*Schizolobium amazonicum* huber ex ducke), no estado de Roraima. Boa Vista (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4). Embrapa Roraima, 19p., 2005.

VIETMEYER, N. **Neem - a tree for salving global problems**: report of an Ad-Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development, National Research Council. Washington: National Academic Press, 1992. 141 p.

WILKINSON, K. M.; ELEVICH, C. R. Multipurpose windbreaks: design and species for Pacific Islands. In. Agroforestry guides for Pacific Islands. Holualoa: Permanent Agriculture Resources, p.12-21, 2000.


André D. Ferreira

Capítulo 28

Manejo das árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto

André Dominghetti Ferreira
Ademar Pereira Serra
Alex Marcel Melotto
Davi José Bungenstab
Valdemir Antônio Laura

Produção de eucaliptos em sistemas de integração

O aquecimento do mercado de madeira tem proporcionado o aumento substancial na busca por informações técnicas sobre sistemas florestais e agrossilvipastoris, como, por exemplo, sobre as características dos clones de eucaliptos disponíveis, bem como os melhores arranjos de árvores para tais sistemas. Devido à importância da pecuária de corte para o Brasil, existe uma forte demanda por informações sobre o cultivo comercial de árvores em associação com a produção de bovinos de corte em pastagens.

Estima-se que em sistemas silvipastoris implantados em fazenda de pecuária de corte típica da região Centro-Oeste, cultivando-se, por exemplo, 200 árvores por hectare, manejadas para produzir madeira para serraria, existe potencial para adicionar-se, em média, cerca de R$ 300,00/ha/ano à renda do estabelecimento rural em um período de 12 anos, necessário para o corte final das árvores. A lucratividade de sistemas silvipastoris tem sido demonstrada por vários trabalhos, como o de Marlats et al. (1995) por exemplo, que refere-se aos resultados obtidos da comparação entre monocultura de floresta, monocultura de pastagens e sistema silvipastoril com 250 e 416 árvores por hectare. Nesse estudo, o sistema silvipastoril apresentou as melhores taxas internas de retorno do investimento, superando a renda líquida obtida nas monoculturas. Portanto, a introdução do componente florestal nos sistemas de produção em integração visa, sobretudo, a diversificação de renda da propriedade rural, trazendo vários outros benefícios econômicos e ambientais.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e silvipastoris (SSPs), exigem um planejamento mais elaborado e um monitoramento mais frequente e detalhado, para manter o equilíbrio entre os componentes, além de usualmente demandarem investimentos iniciais mais elevados do que os sistemas em monocultivo.

Um dos principais pontos a serem considerados durante o planejamento da implantação de um sistema de ILPF, é a finalidade de utilização da madeira a ser produzida e o manejo das árvores. A qualidade da madeira é influenciada por vários fatores, sendo os principais: espécie arbórea, espaçamento e manejo silvicultural.

O eucalipto tem se destacado como componente arbóreo em sistemas de ILPF, pois apresenta grande número de espécies e vários híbridos interespecíficos, possibilitando a seleção de materiais genéticos direcionados para cada finalidade da madeira, bem como mais adequados às diversas condições de clima e solos brasileiros.

Apesar da vasta possibilidade de utilização da madeira de eucalipto, o agricultor deve, sempre que possível, dar ênfase às formas de uso mais nobres, como postes, madeira serrada e laminados para a produção de móveis, obtendo assim maior lucratividade no sistema. Por outro lado, é importante lembrar que quanto mais nobre for o emprego da madeira, mais longo será o período para corte e maior será a complexidade do manejo silvicultural a ser adotado.

Ao fazer o planejamento do sistema, deve-se sempre buscar conhecer bem o mercado comprador dos produtos. Isso se aplica especialmente à madeira, que tem várias opções de uso, porém, as demandas pelos diferentes produtos variam de região para região. Se

por exemplo, o objetivo for produzir postes e palanques de eucalipto que serão tratados quimicamente para aumentar sua resistência e consequentemente durabilidade, deve-se fazer contato com empresas da região que compram madeira para esse fim. Essas empresas irão fornecer informações importantes quanto à viabilidade de colheita e transporte, especialmente, devido à distância do estabelecimento rural e a quantidade de madeira que será produzida. Além disso, os potenciais compradores da madeira irão indicar, também, espécies preferidas e características desejadas ou não para o produto. Por exemplo, se o objetivo do sistema é produzir eucalipto para postes tratados, ao contrário do que se preconiza com madeira nativa, são mais desejáveis troncos com cerne mais fino. Ou seja, as árvores com maior proporção de alburno do que de cerne, resultam em postes tratados de melhor qualidade, pois há uma melhor absorção do produto químico usado no tratamento, conferindo mais durabilidade à madeira (Figuras 1 e 2).

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 1. Madeira de eucalipto mais desejável para tratamento devido ao cerne de menor diâmetro e alburno mais espesso.



Figura 2. Madeira de eucalipto menos desejável para tratamento devido ao maior diâmetro do cerne e alburno mais fino.

Fotos: Davi J. Bungenstab

A importância das práticas de manejo em sistemas de integração

Nos sistemas de produção em integração, a implantação das árvores demanda um espaçamento mais amplo entre suas linhas, para que a produção do componente forrageiro ou agrícola entre as linhas não fique comprometida pelo excesso de sombreamento. Com maiores espaçamentos ocorre maior incidência de luz nas linhas de árvores, ocasionando, dessa forma, ausência de desrama natural, que é um processo natural que ocorre em florestas puras, com espaçamento mais adensado. Portanto, a desrama artificial torna-se essencial para atingir os objetivos de produção de madeira de qualidade com maior valor comercial, em sistemas integrados de produção.

Conforme Hawley e Smith (1972), o valor e a utilidade da madeira de povoamentos florestais manejados são mais prejudicados pelos nós e distorções na orientação das fibras do que por qualquer outro fator. Especialmente em espaçamentos maiores entre as árvores, os ramos raramente se desprendem depois de findarem sua atividade fisiológica. Esses ramos prejudicam o crescimento vertical ereto da árvore e causam a formação de nós. Por isso, a desrama artificial no eucalipto em ILPF e SSPs deve ser realizada até

a obtenção de quatro a oito metros de fuste, livre de galhos, garantindo um tronco de qualidade para produção de madeira. Lembrando que o fuste é a parte do tronco situada entre o solo e as primeiras ramificações, sendo a parte comercializada para madeira.

O desbaste, que assim como a desrama, será discutido com detalhes neste capítulo, também é uma prática de manejo muito importante para melhorar a qualidade da madeira em sistemas de integração. Ele pode ser definido como a retirada de árvores da área com o objetivo de manter a qualidade de um ou mais componentes do sistema, mantendo a produtividade do mesmo ao longo do tempo de crescimento das árvores, obtendo-se assim, troncos de melhor qualidade, com diâmetros elevados de fuste no final do ciclo de produção e ainda produtividade satisfatória do componente forrageiro e agrícola (Figura 3).

Fotos:: Davi J. Bungenstab



Figura 3. Árvores e troncos de eucalipto de boa qualidade para madeira.

O eucalipto como componente florestal em sistemas de integração

Várias são as espécies arbóreas com potencial para compor um sistema de ILPF, SAFs e SSPs. No Brasil, e especialmente no Centro-Oeste, o eucalipto tem sido uma das espécies mais utilizadas nestes sistemas. Atualmente, existe um bom volume de informações sobre seu manejo, há facilidade de aquisição de mudas a preços acessíveis e sua madeira pode ter vários usos. Além disso, o eucalipto apresenta rápido crescimento, com boa capacidade de adaptação aos diferentes ambientes. Ele é também adequado para sistemas em integração porque permite boa disponibilidade de radiação solar incidente no sub-bosque (Radomski; Ribaski, 2009).

O gênero *Eucalyptus* tem aproximadamente 700 espécies, e dentre as mais plantadas no Brasil estão as espécies *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna, E. camaldulensis, E. deglupta, E. cloeziana, E. pellita, E. maculata, E. globulus, E. tereticornis, E. exserta, E. paniculata,*

E. dunnii, E. robusta e *Corymbia citriodora*, além de híbridos interespecíficos. Essas espécies e híbridos apresentam variações com relação ao tipo de madeira produzida, velocidade de crescimento e adaptação regional, entre outros. Assim, ao se realizar a escolha da espécie a ser plantada, alguns aspectos devem ser levados em consideração, tais como o uso final da madeira, as condições edafoclimáticas do local e a demanda do mercado consumidor (Angeli, 2005).

Na Tabela 1 são apresentadas algumas das principais espécies de eucalipto cultivadas no Estado de Mato Grosso do Sul, bem como suas características e suas finalidades de uso.

Tabela 1. Características das principais espécies de eucalipto com potencial de cultivo especialmente no Brasil Central.

Espécie	Características principais
Eucalyptus grandis	Apresenta os maiores índices de crescimento e de rendimento volumétrico entre as espécies de eucalipto. Deve ser plantada em regiões não afetadas por geadas severas. Recomendada para produção de madeira para fins energéticos (queima direta ou carvão vegetal), celulose de fibra curta, construções civis e serraria (desde que produzida em ciclos longos).
Eucalyptus urophylla	Seu crescimento é menor que o do *E. grandis*, porém, apresenta boa regeneração por brotação das cepas. É indicada para regiões não afetadas por geadas severas, produzindo madeira para uso geral.
Eucalyptus camaldulensis	Espécie que apresenta árvores mais tortuosas, sendo recomendada para regiões que apresentem déficit hídrico anual elevado, porém, sem geadas severas. Sua madeira é recomendada para produção de energia, assim como confecção de dormentes e mourões.
Eucalyptus cloeziana	Apresenta excelente forma do fuste, com boa durabilidade natural e elevada resistência a insetos e fungos. Sensível a geadas severas, sua madeira é recomendada para fins energéticos (queima direta ou carvão vegetal) e construções civis, inclusive instalações rurais.
Eucalyptus saligna	Espécie com madeira mais densa quando comparada ao *E. grandis* e com menor suscetibilidade à deficiência de boro. Sua madeira pode ser utilizada para produção de postes, escoras, mourões, laminados, móveis e carvão vegetal.
Eucalyptus dunnii	Apresenta rápido crescimento e boa forma das árvores, entretanto, com dificuldades para a produção de sementes. Espécie recomendada para plantio em regiões sujeitas a geadas severas e frequentes. Sua madeira é indicada para produção de carvão e para madeira serrada.
Corymbia citriodora	Espécie recomendada para áreas não afetadas por geadas severas. Apresenta boa resistência à deficiência hídrica. Quando plantada em solos pobres, pode haver alta incidência de bifurcações ligadas a deficiências nutricionais (principalmente boro). Sua madeira é utilizada em serraria e para produção de postes, dormentes, mourões, lenha e carvão.

Fonte: Adaptado de Silva (2003).

O arranjo espacial do eucalipto em sistemas de integração

A diferença entre uma floresta homogênea e uma floresta em sistema de integração constitui-se basicamente na quantidade de plantas existentes por unidade de área, bem como seu arranjo espacial. Especialmente em áreas com ILPF, mas também em sistemas silvipastoris, o número de árvores por área é menor que em uma floresta pura. Nos sistemas em integração, as árvores estão dispostas de maneira que não prejudiquem as práticas agrícolas, além de promover melhores condições de microclima para os animais. Assim, os arranjos mais indicados são aqueles onde as árvores são plantadas em renques de linhas simples ou múltiplas (Figura 4), com espaçamentos amplos entre cada renque (Porfírio-da-Silva, 2006).

Fotos: André Domingheti Ferreira e Alex Marcel Melotto



Figura 4. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucaliptos em linha simples (A), linha dupla (B) e linha tripla (C).

Além disso, a quantidade e disposição das árvores não deve comprometer a produtividade de nenhum dos sistemas de produção na integração, uma vez que o cultivo de espécies agrícolas e/ou forrageiras será realizado nas entrelinhas do componente florestal (Figura 5).

Fotos: Davi José Bungenstab

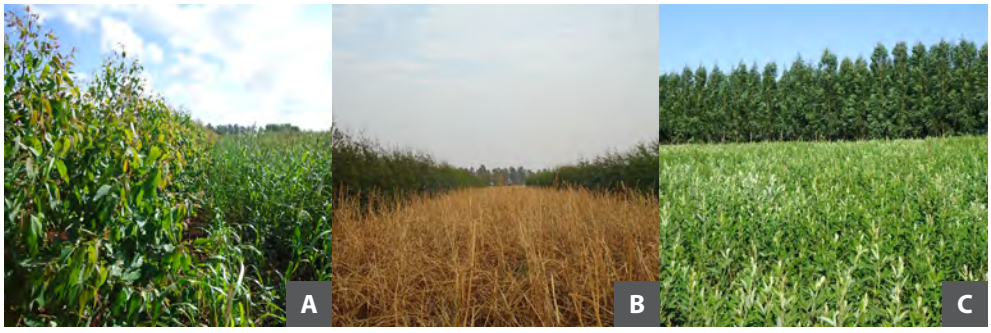


Figura 5. Cultivo de milheto (A,B) e feijão guandú (C) nas entrelinhas de eucalipto.

Portanto, no planejamento da implantação de um sistema de produção em integração, é fundamental definir o espaçamento do componente florestal que irá proporcionar os melhores níveis de rendimento para todos os componentes ou sistemas em questão, principalmente em áreas onde os solos apresentam baixa fertilidade e elevado déficit hídrico (Bernardo, 1995).

Desta forma, baseando-se em estudos recentes realizados pela Embrapa, recomenda-se que a distância entre as linhas ou renques de eucalipto seja de pelo menos 14 metros, evitando interações prejudiciais a qualquer elemento do sistema. Na definição do espaçamento

entre renques deve-se sempre observar a dimensão dos equipamentos agrícolas a serem utilizados nestas áreas.

De acordo com Porfírio-da-Silva et al. (2008), os sistemas de integração que têm como objetivo principal a produção de madeira, podem reduzir a distância entre os renques de árvores ou aumentar o número de linhas em cada renque. Já em sistemas onde se preconiza a atividade agrícola e/ou a pecuária, deve-se utilizar maiores distâncias entre os renques e/ou menor número de linhas em cada renque (Tabela 2). Deve-se ressaltar também, que em ambos os casos, os desbastes se tornam necessários se a finalidade de uso da madeira for para serraria.

Em sistemas integrados que visam a produção de madeira para serraria, a árvore deve ser conduzida por períodos mais longos, o que exigiria uma implantação com menor número de árvores por área. Entretanto, com o objetivo de gerar renda em períodos intermediários entre o plantio e o corte final do componente florestal, é possível o plantio de um sistema com maior número inicial de árvores para possibilitar o corte de parte destas (desbaste) durante o desenvolvimento do ciclo. Essa estratégia gera fluxo de caixa com a venda de madeira para lenha ou carvão e reduz a densidade das árvores no sistema, favorecendo a produção de madeira de maior diâmetro (Tabela 2). De acordo com Oliveira et al. (2009), a partir do terceiro ano após o plantio, há uma relação direta entre a área útil e o diâmetro à altura do peito (DAP), ou seja, o aumento da área útil proporciona árvores de maior diâmetro que fornecem, consequentemente madeira de menor conicidade e maior valor de mercado.

Se o objetivo do sistema de ILPF for produção de madeira para serraria, recomenda-se o plantio em linhas simples, ou com três ou mais linhas, evitando-se as linhas duplas, que prejudicam o crescimento ereto das árvores. Por esse mesmo motivo, no caso de renques com três linhas, apenas as árvores da linha central terão potencial para uso como madeira serrada, recomendando-se que as demais sejam desbastadas em cortes intermediários, por exemplo, ao terceiro e sétimo ano.

Tabela 2. Exemplos de plantios em diferentes espaçamentos e quantidades de árvores por hectare.

Arranjo espacial (espaçamento)	Finalidade da Madeira					
	Madeira fina (carvão, lenha, palanques de cerca)			Madeira grossa (serraria e laminação)		
	Espaçamento	Nº de árvores/ha	Área ocupada pela faixa de árvores (%)	Espaçamento após desbaste	N' de árvores/ha	Área ocupada pela faixa de árvores (%)
Faixa de árvores em linha simples	14 x 2	357	14	14x4 ou 28x4	179 ou 89	14 ou 7
Faixa de árvores em linha dupla	14 x 2 x 3	417	25	18x3	185	11
Faixa de árvores em linha tripla	14 x 3x 1,5	1.000	40	20x3	167	10

Fonte: Adaptado de Porfirio-da-Silva et al. (2009).

De qualquer forma, o espaçamento das árvores pode ser facilmente alterado pelos desbastes (Figura 6), mesmo sob o risco de se eliminar árvores que poderiam apresentar alta rentabilidade. Em regiões onde a pecuária é a atividade principal, deve-se primar pela formação das pastagens e quando a competição exercida pelas árvores for excessiva, a retirada de algumas plantas da linha, ou mesmo de linhas inteiras, é uma estratégia importante para manutenção de densidades que não prejudiquem o desenvolvimento da forrageira e o cultivo de lavouras.

Foto:: Ademar Pereira Serra



Figura 6. Desbaste de árvores de eucalipto.

O desbaste do eucalipto em sistemas de integração

O eucalipto é considerado uma árvore com grande potencial para produção de madeira serrada. Entretanto, para a produção de madeira de alta qualidade em sistemas de integração, é fundamental adotar-se algumas técnicas de manejo, como os desbastes e desramas. Essas práticas são fundamentais para regular o sombreamento e permitir o crescimento das forrageiras e cultivos agrícolas no sistema, permitindo maior transmissão de radiação solar para os níveis abaixo da altura da copa das árvores, satisfazendo a demanda por luz das plantas de porte inferior.

No caso do desbaste, ele é tecnicamente importante para produção de madeira de boa qualidade para serraria, mas é também uma excelente estratégia de geração de fluxo de caixa para o sistema. Além disso, ele pode também ser usado para aproveitar eventuais oportunidades de mercado.

Segundo Simões (1989), há diversos critérios para a seleção das árvores que devem ser desbastadas. Entre eles, os mais importantes são:

- A posição relativa e condições de copa (árvores dominantes devem ser preservadas);
- Estado de sanidade e vigor das árvores;
- Características de forma do tronco e qualidade do fuste.

Deve-se dar preferência a um esquema de desbastes com eliminação de menos árvores a cada vez, fazendo-o mais vezes durante o ciclo do componente florestal. Sugere-se em torno de dois ou três desbastes em um ciclo de doze anos. Os desbastes mais acentuados devem ocorrer na fase juvenil do eucalipto, aumentando-se assim a área útil por árvore. Nessa fase, existem melhores respostas de crescimento do que no estádio adulto. Os desbastes precoces e intensos devem ser evitados por prejudicarem a formação regular da copa e estimularem brotações laterais indesejáveis. Além disso, quando realizada muito cedo, essa prática aumenta a possibilidade de quebra das árvores mais delgadas, sem permitir a adaptação gradativa das árvores remanescentes (Por que usar eucalipto?, 2003).

Nas florestas plantadas em sistemas de integração, podem ser utilizados dois tipos de desbaste: o **sistemático** e o **seletivo**.

O desbaste sistemático deve ser aplicado em áreas onde as árvores ainda não se diferenciaram em classes de copas ou em áreas não desbastadas anteriormente. Ele consiste na retirada das plantas sem prévia avaliação e localizadas em posições espaciais pré-definidas. Por exemplo, pode-se retirar todas as plantas das linhas externas quando o sistema conta com linhas triplas, ou retirar plantas alternadamente em uma linha simples. Em plantios onde as árvores não são uniformes, essa técnica, por não ser seletiva, tem a desvantagem de acarretar a retirada de indivíduos superiores.

O desbaste seletivo é a retirada das plantas avaliadas de acordo com características pré-estabelecidas, atendendo às demandas do tipo de uso que terá a madeira. Como os plantios em sistemas de integração visam, muitas vezes, a produção de madeira para serraria, este método possibilita a retirada das árvores mais fracas ou com algum grau de defeito, tortuosas e bifurcadas, por exemplo, permitindo melhores resultados na produção e na qualidade final da madeira de uso mais nobre (Figuras 7 e 8).



Fotos: Autor

Figura 7. Árvores de eucalipto candidatas ao desbaste por serem menos desejáveis para serraria devido a tortuosidades.

Fotos: Autor



Figura 8. Árvores de eucalipto candidatas ao desbaste por serem menos desejáveis para serraria devido a bifurcações.

Neste tipo de desbaste, geralmente são feitos dois cortes com intensidade aproximada de 30% cada (no quinto e décimo ano após o plantio, por exemplo), restando ao final do ciclo (12 a 14 anos), em torno de 40% de árvores com características desejáveis para serraria.

Quanto ao momento de se realizar o desbaste, uma maneira prática para definir o ponto ideal é acompanhar as medidas de DAP de uma amostra aleatória das árvores da área. Segundo Oliveira Neto e Paiva (2010), o desbaste deve ser iniciado quando houver competição entre as árvores, e isto pode ser verificado com o acompanhamento frequente do crescimento do diâmetro do tronco, medindo-se o mesmo a 1,3 m de altura (DAP). Devem ser feitas medições a cada seis meses, registrando-se os valores. Quando a taxa média de crescimento começar a diminuir visivelmente, ou seja, a curva de crescimento começar a estabilizar-se, deve ser feito o desbaste. O número de árvores a serem medidas varia conforme seu tipo (clone ou não), a quantidade de árvores por hectare e o tamanho do talhão. Como ferramenta de apoio para auxiliar o produtor na definição do tamanho da amostra, bem como para facilitar o registro dos DAPs e apresentar de forma gráfica a curva de crescimento das árvores amostradas, está disponibilizada gratuitamente em www.ilpf.cnpgc.embrapa.br uma planilha eletrônica e um arquivo explicativo de seu uso.

A desrama do eucalipto em sistemas de integração

Outra prática de manejo obrigatória no componente florestal em sistemas de ILPF, IPF e ILF, que visem a produção de madeira para serraria, é a eliminação dos galhos laterais das árvores, conhecida como desrama (Figura 9).



Fotos: Alex Marcel Melotto e Roberto Giolo de Almeida

Figura 9. Desrama com uso de serra manual (A) e com uso de podador motorizado (B).

Esta técnica tem por objetivo evitar o desenvolvimento dos "nós da madeira", que são regiões de galhos incorporados ao tronco em função do crescimento da árvore. As Figuras 10 e 11 mostram, respectivamente, troncos de eucalipto com e sem nós que diminuem o valor comercial da madeira. Além disso, essa prática reduz os danos causados às árvores pelos animais, que muitas vezes desenvolvem o hábito de morder e arrancar os galhos ao seu alcance, chamado de ramoneio.



Fotos: Davi J. Bungenstab

Figura 10. Troncos de eucalipto em sistema de ILPF com defeito ("nó"), gerado pelo manejo errôneo da desrama.

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 11. Troncos de eucalipto em sistema de ILPF sem defeitos graças à desrama feita corretamente.

Logo após a primeira desrama, as árvores deverão estar com no mínimo 1,8 m de fuste livre, evitando o ramoneio e consequente danos às árvores (Figura 12).

Fotos: Alex Marcel Melotto e Davi J. Bungenstab

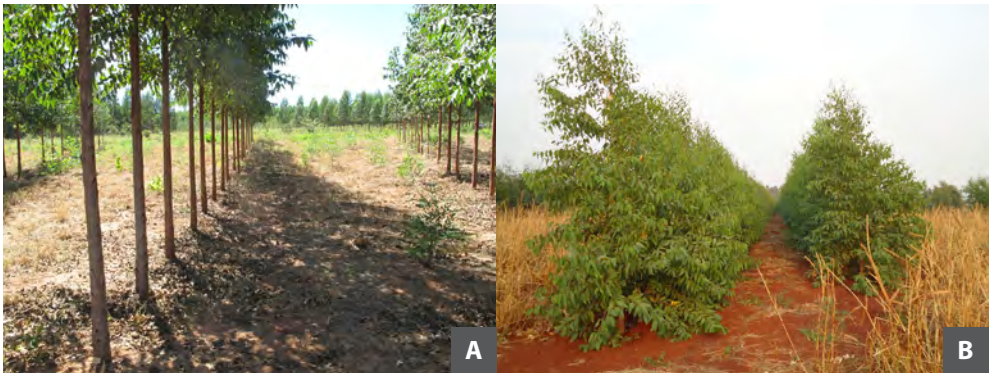


Figura 12. Árvores desramadas após 18 meses do plantio (A) e árvores ainda jovens, antes da desrama (B).

As desramas subsequentes deverão ser realizadas até obter-se um fuste com quatro a oito metros livres de galhos (Figura 13), sendo esta operação necessária apenas em árvores com potencial para produção de madeira serrada e/ou laminada (Oliveira Neto; Paiva, 2010).



Foto: Davi J. Bungenstab

Figura 13. Árvores de eucalipto desramadas em sistema de ILPF, deixando em média oito metros de fuste livre.

A desrama deve ser realizada de modo cuidadoso, retirando-se apenas os ramos do terço inferior da copa. Dessa forma, evita-se a diminuição excessiva da área foliar que prejudicaria o crescimento da planta. Em média, a primeira desrama é realizada entre os 15 e 18 meses após o plantio das árvores, quando estas apresentarem altura total próxima dos 10 metros. Nessa fase, retiram-se os galhos secos e verdes até a altura de 2,5 a 3 metros do solo. Para a realização do processo, deve-se preferir o uso de serra, cortando os galhos rentes ao tronco, com cuidado para não provocar feridas na casca, evitando assim a contaminação por agentes causadores de doenças (Sixel, 2008; Oliveira Neto; Paiva, 2010).

Qualidade e propriedades da madeira de eucalipto de sistemas de integração

O conceito de que o eucalipto não produz madeira de qualidade para usos mais nobres (Figura 14) vem-se modificando nos últimos anos, graças aos estudos sobre o manejo correto das árvores plantadas para esta finalidade e aos estudos das propriedades de sua madeira, também induzidos pela escassez de madeira de espécies nativas.

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 14. Estrutura de galpão (A) e parede (B) feitas com madeira de eucalipto.

O emprego das técnicas de desbaste e desrama, aliado aos cuidados no desdobro e na secagem da madeira, tem possibilitado a utilização comercial da madeira de eucalipto para produção de madeira serrada. A seguir, estão apresentadas algumas das propriedades mais importantes da madeira que devem ser observadas para um produto final de qualidade.

Forma do fuste

A forma do fuste varia de acordo com a espécie e também entre indivíduos da mesma espécie. As condições edafoclimáticas, densidade de plantio, o manejo silvicultural (desbastes e desramas), a idade e a posição do indivíduo frente à concorrência das árvores vizinhas são fatores que exercem influência sobre esta característica. Neste contexto, problemas com a forma do fuste podem se manifestar como uma redução do diâmetro do caule com o aumento da altura, conhecida como "afilamento", ou problemas de tortuosidades e bifurcação do tronco. Para a produção de madeira serrada com o máximo aproveitamento do fuste, espera-se que a espécie plantada apresente baixo índice de afilamento, elevada retidão e baixo número de árvores bifurcadas. As árvores que apresentam esses problemas podem ser eliminadas por meio de desbastes.

Massa específica básica

A massa específica básica é considerada um dos melhores indicadores para determinar a qualidade da madeira, uma vez que possui relação direta com as propriedades mecânicas, que, por sua vez, refletem no potencial de desdobro e usinagem, permitindo a identificação de espécies com maior viabilidade para produção de madeira para serraria (Santos et al., 2004). Como boa parte da definição da qualidade final da madeira ocorre enquanto a árvore ainda está viva, sua qualidade pode ser modificada por influência de variações ambientais e intervenções silviculturais. Daí a importância da escolha do arranjo espacial correto e do manejo silvicultural rigoroso, que irão influenciar diretamente na qualidade da madeira.

Tensão de crescimento e rachadura de extremidade de tora

Tensão de crescimento é um mecanismo desenvolvido por plantas arbóreas para que permaneçam eretas e não se quebrem quando submetidas a ventos ou esforços laterais. A tendência ao rachamento radial nas toras e nas peças diametrais durante o desdobro são as principais consequências da elevada tensão de crescimento, pois acarretam depreciação da madeira produzida (Figura 15). Para minimizar os problemas com tensão de crescimento e reduzir rachaduras de topo da madeira de eucalipto, deve-se dar atenção ao processo de secagem.

É importante salientar que as tensões de crescimento não são exclusivas dos eucaliptos, e sim de todas as folhosas arbóreas, porém, sua intensidade é maior em algumas espécies. Sendo assim, o potencial de uso de cada madeira depende de suas características intrínsecas, que podem ser avaliadas por amostragem (Ponce, 1997).



Fotos: André Dominghetti Ferreira e Davi J Bungenstab

Figura 15. Rachaduras em tábuas e toras de eucalipto provocadas pela tensão de crescimento e/ou processo de secagem inadequado.

Considerações finais

Não existe um modelo único de manejo do componente florestal em sistemas de integração que possa ser implantado em qualquer estabelecimento rural. O modelo de manejo das árvores deve ser definido quando se planeja a implantação do sistema. Ele deve fazer parte de um conjunto de atividades que visem um produto final bem definido. Esse produto deve atender às demandas de mercado para trazer o retorno esperado para o produtor-empreendedor. Com o favorecimento do setor de processamento, o sistema trará também benefícios socioeconômicos para a região.

Desta forma, os procedimentos básicos de manejo aqui apresentados devem ser ajustados e adequados para as particularidades e necessidades de cada empreendimento. As atividades e intervenções específicas dependerão da observação e análise in loco de cada sistema, que são dinâmicos e demandam adaptações ao longo do tempo. A definição dos processos e os ajustes devem ser orientados tanto por fatores ambientais, como clima, quanto por fatores econômicos e estratégicos, tais como fluxo de caixa e oportunidades de mercado. O importante é que o produtor tenha um bom planejamento inicial que contemple uma análise de risco. Sempre que necessário, um profissional capacitado deve ser consultado para auxiliar nas decisões quanto ao momento exato e ao grau da intervenção no sistema para garantir um bom manejo e um bom produto final.

Referências

ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. **Informações Técnicas IPEF**, 2005. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>. Acesso em: 30 jul. 2012.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HAWLEY, R. C.; SMITH, D. M. **Silvicultura prática**. Barcelona: Omega, 1972. 544 p.

MARLATS, R. M.; DENEGRI, G.; ANSIN, O.; LAFRANCO, J. W. Sistemas silvopastoriles: estimación de beneficios directos comparados com monoculturas em la pampa ondulada, Argentina. **Agroforestería en las Américas**, v. 2, n. 8, p. 20-25, Oct./Dic. 1995.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; PAIVA, H. N. de. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N. de. (Ed.). **Sistema agrossilvipastoril**: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. 190 p.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 1-9, 2009.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings**... Colombo: Embrapa Florestas, 1997. V. 3, p. 50-58.

POR QUE usar eucalipto? **Revista da Madeira**, n. 75, ago. 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=394&subject=Características&title=Por que usar eucalipto?>. Acesso em: 30 jul. 2012.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens**: 1 – procedimentos para introdução de árvores em pastagens. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 155).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 219).

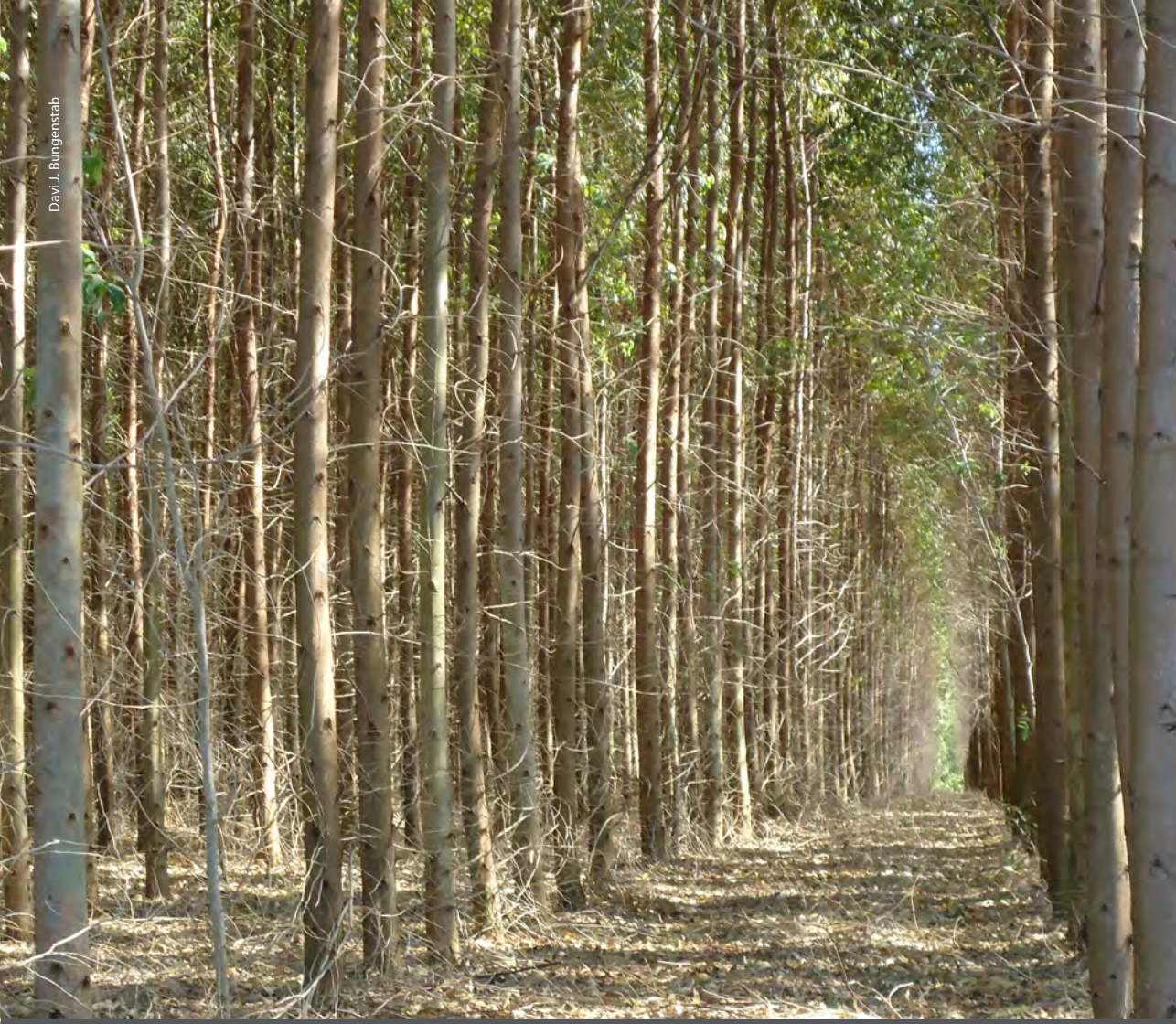
RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris**: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevílea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 40 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 191).

SANTOS, P. E. T.; GARCIA, J. N.; GERALDI, I. O. Posição da tora na árvore e sua relação com a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 142-151, dez. 2004.

SILVA, H. D. da. **Cultivo do eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Embrapa Florestas. Sistemas de Produção, 4). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/>. Acesso em: 30 jul. 2012.

SIMÕES, J. W. Reflorestamento e manejo de florestas implantadas. **Documentos Florestais**, n. 4, p.1-29, set. 1989.

SIXEL, R. M. de M. [Sistema de manejo florestal]. **Informações Técnicas IPEF**, jun. 2008. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/manejo.asp>. Acesso em: 30 jul. 2012.



Capítulo 29

O componente arbóreo e suas interações no sistema de integração lavoura-pecuaria--floresta

Renato Luiz Grisi Macedo
Regis Pereira Venturin
Maria Celuta Machado Viana
Nelson Venturin
Fernanda de Carvalho
Erick Martins Nieri

Introdução

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) se destacam como uma proposta dinâmica de manejo integrado e sustentável do solo, com objetivos de produzir economicamente em uma mesma área, madeira, grãos e carne ou leite.

Gontijo Neto et al. (2013) realçam que um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado se baseia na complementação entre as espécies envolvidas, uma vez que, durante parte de seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir no resultado obtido ao final do ciclo da cultura anual. Dessa maneira é importante caracterizar as espécies que irão compor o sistema.

O componente arbóreo deve ser selecionado levando-se em consideração os aspectos relacionados à silvicultura da espécie, produção de bens e serviços, ausência de efeitos alelopáticos e de toxidez, arquitetura da copa que deve ser preferencialmente menos densa, dentre outros.

Outro ponto a se destacar é o conhecimento do mercado local ou regional onde será comercializada a produção, especialmente quanto ao tipo de produto florestal a produzir. Além destas considerações o produtor deve pôr em prática todas aquelas decisões comuns para implantação de um novo ano agrícola. Em resumo, o planejamento deve levar em conta tudo que o sistema irá demandar no intervalo de um ciclo completo das atividades do sistema iLPF visto que, pelo menos o componente florestal não poderá ser mudado após sua implantação e isso poderá demorar uma ou duas dezenas de anos.

Macedo et al. (2010) apresentam sólida discussão sobre as principais interações e potencial de utilização de consórcios de eucalipto com arroz, soja, milho, feijão, mandioca, mamona e com várias espécies leguminosas. Macedo et al. (2014) realçam que as lavouras anuais consorciadas com eucalipto podem amortizar os custos de formação e/ou recuperação de pastagens degradadas e mesmo da implantação de árvores na área. Porém, a escolha vai depender de fatores, tais como: a adaptação às condições ambientais (clima, solo, manejo), características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado, pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento.

Nos sistemas de produção com eucalipto, as atividades agrícolas, pecuária e florestal precisam ser planejadas desde o momento do estabelecimento, levando em consideração que são atividades que, isoladamente, apresentam características de manejo distintas. Quando observadas estas características, são possíveis ajustes de manejo temporais e espaciais, os quais permitirão que o sistema seja conduzido de forma sustentável e produtiva.

Dentre os parâmetros de planejamento essenciais para a determinação de sucesso dos sistemas iLPF destacam-se: a escolha das espécies componentes dos mesmos, a composição/disposição, espaçamento dos arranjos estruturais e as sequências temporais de implantação e manejo do sistema como um todo. Porém, estes parâmetros de planejamento são variáveis para cada sistema agrossilvipastoril. Portanto, para balizar as recomendações técnicas específicas para cada uma das opções agrossilvipastoris é

imprescindível a existência e/ou a geração de conhecimentos científicos básicos para se viabilizar e se concretizar, na prática, a implantação e o manejo sustentável dos sistemas agrossilvipastoris.

Os sistemas agrossilvipastoris se caracterizam pela imobilização de recursos e capital por um período relativamente longo, assim sendo, é necessário que todo o planejamento, que envolve desde o preparo do solo para as primeiras culturas até a negociação do produto final, a madeira, seja conduzido para que haja disponibilidade e sortimento de produtos de usos múltiplos para atender as variadas demandas do mercado consumidor.

Uso do Eucalipto no sistema de integração lavoura--pecuária-floresta

O eucalipto (Eucalyptus sp.) vem sendo difundido para utilização neste sistema por apresentar rápido crescimento, característica esta importantíssima quando se considera a liberação da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Esta espécie se destaca ainda por apresentar práticas silviculturais validadas e disponibilidade de cultivares oriundos de programas de melhoramento florestal, pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e principalmente por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantado em todos os biomas brasileiros, sendo amplamente utilizado em reflorestamentos na região do cerrado (Macedo et al., 2010; Gontijo Neto et al, 2013).

Macedo et al. (2008) evidenciam as principais características dos eucaliptos que justificam a sua utilização em sistemas iLPF, as quais são apresentadas a seguir:

- Grande número de espécies. O gênero *Eucalyptus* consiste de mais de 800 espécies de árvores. Esta grande diversidade de espécies possibilita a seleção e a utilização de muitas árvores com características específicas, para se atingir os mais diferenciados objetivos de produção e/ou de conservação ambiental de várias modalidades de sistemas agroflorestais.
- Plasticidade ecológica. Muitas espécies e híbridos de *Eucalyptus* (*camaldulensis*, *tereticornis*, *urophylla*, *grandis* e outras) apresentam uma grande plasticidade ecológica, com potencial de adaptação, estabelecimento, crescimento e produção às mais variadas condições ecológicas do território nacional.
- Possibilidade de múltiplos usos e produtos. A grande diversidade de espécies permite os mais diversificados usos para fins produtivos (em nível empresarial ou para produtores rurais) e conservacionistas, relacionados aos vários serviços ambientais inerentes às formações arbóreas. E fornece diversificados produtos, relacionados com a cadeia produtiva de madeira para fins industriais ou rurais, além de variados produtos não madeireiros (óleos essenciais, produtos melíferos e medicinais, tanino, etc.).

- Características agroflorestais desejáveis. Os eucaliptos são espécies arbóreas heliófitas, com elevada capacidade fotossintética e diversificadas fitoarquiteturas de copas adaptadas a vários objetivos agroflorestais. Apresentam diferentes sistemas radiculares, que associados às micorrízas exploram diferentes perfis de solo, que conferem absorção, translocação, distribuição e utilização eficientes de nutrientes e favorecem a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo para as mais superficiais.
- Rápido crescimento e elevada produtividade. Os eucaliptos são caracterizados como espécies florestais de rápido crescimento que exploram, eficientemente, os fatores de produção disponíveis, A produtividade média das florestas de eucalipto é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas de cada região, podendo atingir valores que variam de 30 a 40 m^3. ha^{-1}.ano^{-1}. No entanto, com o melhoramento genético, a produção de híbridos, a clonagem, adubações e práticas silviculturais adequadas, pode-se chegar a uma produtividade de 60 a 80 m^3. ha^{-1}.ano^{-1}.
- Domínio da silvicultura do eucalipto. O eucalipto é a espécie florestal mais estudada no Brasil. Na atualidade, o setor florestal brasileiro dispõe de zoneamento ecológico para indicação de espécies de eucalipto de usos múltiplos para várias regiões do país. Domina, satisfatoriamente, as tecnologias de produção de sementes, reprodução vegetativa, métodos de melhoramento florestal, produção de clones, métodos de plantio, condução e manejo silvicultural, sistemas de exploração e tecnologias de processamentos dos produtos florestais. Nos últimos dez anos, toda esta tecnologia disponível tem sido adaptada para a viabilização de sistemas agroflorestais com eucalipto.
- Espécies capitalizadoras dos sistemas agroflorestais. De um modo geral, as análises econômicas revelam que nos sistemas integrados de produção agroflorestal, os eucaliptos são considerados os elementos capitalizadores dos mesmos (poupança verde), concomitantemente os componentes agrícolas e/ou pecuários consorciados ao eucalipto poderão fornecer rendas perenizadas com fluxo de caixa contínuo ao produtor rural, ao longo do seu ciclo rotacional. E as rentabilidades de suas colheitas poderão ainda amortizar os custos de implantação/manutenção do componente florestal, enquanto se aguarda a sua exploração.

Espaçamento e arranjos de plantio para sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta

Na iLPF o uso de espaçamentos e arranjos mais amplos nos plantios de eucalipto devem ser empregados com a finalidade de favorecer o consórcio com espécies agrícolas e/ ou, pastagens, para que não ocorra sombreamento excessivo Oliveira et al., 2007; Macedo et al., 2010). Essa prática pode agregar bastante valor ao sistema pelo aproveitamento das entrelinhas para produção agrícola e pecuária, especialmente em áreas de cerrado com aptidão para estes tipos de uso da terra, bem como pela possível produção de madeira de maior calibre e, consequentemente, maior valor comercial (Oliveira et al., 2009).

O espaçamento exerce influência sobre a densidade de árvores, sobre a taxa de crescimento da mesma, qualidade da madeira, idade de corte e assim sobre a viabilidade econômica do empreendimento, sendo, portanto necessário que se adote critérios de planejamento que levem em conta a finalidade da produção de madeira (serraria, laminação, lenha, palanques de cerca); a declividade e face de exposição do terreno; a proteção do rebanho e das pastagens; a conservação de solo e água (Porfírio-da-Silva; Morais, 2010).

Em qualquer exploração florestal, a definição do regime de manejo adequado a cada situação deve levar em conta fatores como a qualidade do sítio, a espécie vegetal, o solo, a densidade populacional e tratos silviculturais, juntamente com o uso final pretendido para a madeira. (Lima, 2005; Maestri et al., 2005).

Tradicionalmente, nos plantios florestais, a densidade de plantas é a princípio definida pela finalidade de uso do produto final e somente após essa definição, levam-se em conta o manejo operacional e a qualidade de sítio e do material genético, entre outros aspectos muitas vezes negligenciados (Balloni; Simões, 1980).

Dessa forma, os povoamentos de eucalipto que visam produtos para celulose, escoras de minas, produção de carvão e postes são plantados em espaçamentos menores, enquanto os plantios para madeira serrada são feitos em espaçamentos mais amplos ou com desbastes realizados de forma precoce, visando aproveitar o rápido crescimento inicial das plantas. Outra estratégia para a produção de madeira para serraria é a utilização de sistemas agrossilvipastoris ou iLPF e silvipastorisque podem viabilizar a produção de madeiras de maiores diâmetros, um produto com maior valor comercial que demanda um período de tempo mais longo.

Nos sistemas de iLPF a interação entre os componentes já define uma limitação de densidade de plantio. Assim, na definição do espaçamento, o número de plantas desejável é aquele que as espécies florestais não ocupem rapidamente o sítio, inviabilizando outras atividades desenvolvidas e que propiciem a qualidade do produto madeireiro desejado sem, contudo, que estejam em número insuficiente para produzir o volume de madeira almejado.

Nestes sistemas, à medida que as árvores crescem ocorre redução na radiação que incide sob o sub-bosque causando sombreamento do componente lavoura e/ou pasto, influenciando na produção do sistema como um todo. Portanto, a definição do arranjo espacial do eucalipto (ou outra espécie) para compor um sistema de iLPF é de fundamental importância uma vez que o sombreamento pode restringir a penetração de luz no sub-bosque, interferindo na incidência da radiação fotossinteticamente ativa, refletindo na fotossíntese (Paciullo et al., 2011) e especialmente sobre as características de crescimento da própria floresta.

Uma tentativa de equacionar essa relação entre número de plantas na área e o espaço/tempo disponível as outras atividades é o aumento da densidade de plantio das espécies arbóreas em faixas o que, todaviapode acarretar perda de qualidade no produto florestal caso não haja um manejo adequado. Assim, uma das premissas dos sistemas de iLPF, que é a agregação de valores ao produto florestal final, pode ficar comprometido.

Nos sistemas iLPF onde a floresta tem um reduzido número de indivíduos, a qualidade do produto final deve ser vista com grande cuidado uma vez que este componente muitas vezes agrega a maior parte do faturamento pretendido pelo sistema de exploração. Schneider e Schneider (2008) associa a definição de qualidade da madeira de uma espécie qualquer a três fatores que são a forma do tronco, as dimensões das árvores e as qualidades físico-mecânicas da madeira. Dentre estes fatores, a dimensão do tronco é especialmente ligada à densidade populacional final e arranjo espacial de plantio.

Para o gênero *Eucalyptus*, a manutenção de um ritmo de crescimento acelerado propicia um aumento precoce da densidade básica e gera menor tensão no sentido medula casca, produzindo madeira de melhor qualidade, com menor tendência a rachaduras. Este comportamento foi descrito por Malan e Hoon (1992), na África do Sul, e pode ser potencializado ao longo do tempo por meio dos desbastes. Nos sistemas iLPF, apesar dos espaçamentos maiores, já foi notado uma estagnação precoce de crescimento e por isso desbastes também devem ser previstos. Estes autores encontraram variações na densidade básica da madeira variando de 0,55 a 0,677 g.cm-3, conforme o regime de desbastes. Da mesma forma, Lima (2005) relatou que a alta intensidade de desbaste induziu a produção de madeira com massa específica, mais homogênea ao longo do raio da tora, em uma população de E. grandis, aos 21 anos de idade.

Dentre as inúmeras possibilidades de arranjos entre espécies, os sistemas com eucalipto tem sido os mais utilizados e alguns trabalhos com espaçamentos e arranjos de plantio para essa espécie vem sendo conduzidos visando os sistemas iLPF. Oliveira et al. (2009) afirmaram que a escolha do espaçamento inicial de plantio tem um impacto muito maior no diâmetro do que na altura. Estes autores não encontraram até os 18 meses de idade, diferenças no volume de madeira por planta em um povoamento de eucalipto implantado em vários arranjos, com área útil variando entre 6 a 40 m2 por planta. Segundo estes, para esta condição, a competição entre plantas se iniciou a partir desse ponto. Aos 38 meses após o plantio, os arranjos com maior área útil já proporcionavam maiores diâmetros à altura do peito. Aos 51 meses, a média dos diâmetros foi de 20,74 cm, 20,20 cm, 14,00 cm e 11,83 cm de DAP (diâmetro a altura do peito), para os espaçamentos de 10x4 m, 10x3 m, 3,3x3 m e 3,3x2 m, respectivamente, sendo estes diretamente proporcionais à área útil de cada tratamento.

Em um ensaio com clones de eucalipto avaliado aos 48 meses de idade, as maiores alturas foram obtidas nos arranjos com linha dupla, com exceção ao clone GG 100. O eucalipto plantado no arranjo (2x2) + 9 m apresentou menor DAP para todos os clones (Tabela 1). Estes números demonstram a competição entre plantas já nesta idade, especialmente nos arranjos de fileiras duplas.

Tabela 1. Valores médios de altura de planta, diâmetro a altura do peito (DAP), volume por planta e por hectare de clones de eucalipto em diferentes espaçamentos no sistema de iLPF aos 48 meses.

Arranjos	Desempenho Silvicultural do Eucalipto			
	Altura (m)	DAP (cm)	Volume/pl (m^3)	Volume/ha (m^3)
	Clone GG100			
(3 x 2)+20 m	22,76 a[1]	17,16 a	0,22 a	97,25 c
(2 x 2)+9 m	21,45 b	15,21 b	0,17 b	150,15 a
9 x 2 m	21,45 b	16,95 a	0,21 a	115,98 b
	Clone I144			
(3 x 2)+20 m	22,72 a	17,40 a	0,23 a	101,93 c
(2 x 2)+9 m	22,03 a	15,84 b	0,19 b	168,53 a
9 x 2 m	21,07 b	16,77 a	0,21 a	115,36 b
	VM 58			
(3 x 2)+20 m	21,34 a	17,96 a	0,23 a	101,44 c
(2 x 2)+9 m	20,6 a	15,83 b	0,17 b	156,67 a
9 x 2 m	19,72 b	17,94 a	0,21 a	119,23 b

[1] Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade

Observa-se na Tabela 1, que os espaçamentos com maiores áreas úteis por planta já proporcionaram maiores médias de volume por planta para todos os clones. O maior volume por planta foi observado no arranjo (3x2) + 20 m e 9x 2 m respectivamente, não havendo diferença entre estes arranjos. Quanto menor a área útil por planta, maior quantidade de plantas por hectare, e consequentemente maior o volume de madeira por hectare. Deste modo, o maior rendimento de madeira foi observado no arranjo (2 x 2) + 9 m, seguido pelo 9 x 2 m e o (3 x 2) + 20 m.

Souza (2004) relata que quanto menor o espaçamento utilizado, maiores serão a produção de madeira fina, a densidade de árvores, o percentual de falhas, a área basal e o volume por hectare e maior será o custo de implantação da floresta. Em contrapartida, menores serão os valores de DAP, volume por árvore e menor também será a idade de corte ou de desbaste porque ocorrerá estagnação precoce.

Venturin (2012) analisou a dinâmica de crescimento de eucalipto em iLPF desta mesma população com densidades de plantio variando entre 250 e 1500 plantas por hectare e em arranjos com linhas simples e duplas até os 122 meses. De acordo com esses dados, representados na Figura 1, no espaçamento mais adensado nota-se uma redução da taxa de crescimento mais amena quando comparada aos espaçamentos maiores, que vinham com crescimento em DAP maior. É importante salientar a tendência de todos os tratamentos diminuírem seu crescimento relativamente na mesma época, apesar da grande diferença de densidade de plantio, o que sugere a necessidade de desbastes quando o produto almejado for de madeira com maiores diâmetros.

Essa mesma tendência foi detectada em um sistema iLPF implantado na região central de Minas Gerais com espaçamentos de linhas duplas: (3 x 2) + 20 m, (2 x 2) + 9 m e em linha simples: 9 x 2m. A análise do incremento médio anual (IMA), em volume de madeira (m^3 ha^{-1}) e o volume produzido no ano (ICA) mostraram que a estabilização do crescimento se deu entre os 58 e 63 meses, conforme o espaçamento de plantio (Figura 2 A e B respectivamente), mostrando a competição intraespecífica, especialmente no uso de linhas duplas.

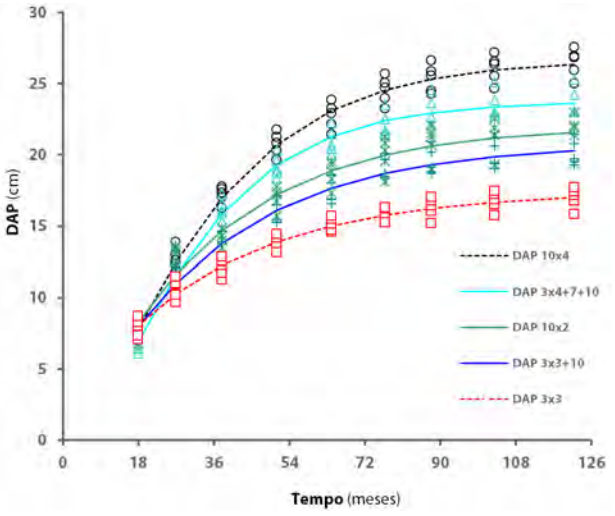


Figura 1. Representação gráfica do desenvolvimento diamétrico das plantas, em função dos tratamentos.

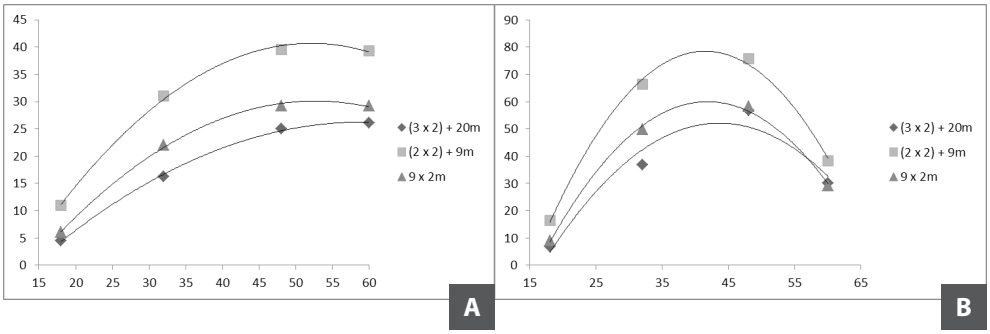


Figura 2. Incremento médio anual (A) e corrente anual (B) em volume de madeira (m^3 ha^{-1}) no tempo em meses, para espaçamentos em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Sete Lagoas, MG.

A estagnação do crescimento, ocorrendo mais cedo em sítios de melhor qualidade devido ao maior crescimento das plantas tem sido relatada na literatura. No caso dos sistemas de iLPF o maior crescimento inicial das plantas em maiores espaçamentos também causa uma antecipação da competição intraespecífica. Dessa forma a redução da taxa de crescimento ocorre em um tempo semelhante, todavia a qualidade dos produtos obtidos é diferente e deve ser levada em conta na previsão de corte da floresta.

Assim, um plantio realizado em maiores densidades, se desbastado após o estabelecimento da competição entre plantas, tenderá a necessitar de um período de crescimento maior que outro plantado em densidades menores para produzir determinado calibre de madeira. Caso a região do empreendimento não demande de produtos de desbaste, a iniciativa deve ser de estabelecer o povoamento já em densidades próximas à da exploração final.

Um exemplo de sortimento de produtos em resposta a arranjos e densidades de plantio pode ser observado nos dados de Venturin (2012) apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Volume de produtos madeireiros obtidos por hectare de eucalipto, conforme arranjo estrutural de plantio, aos 122 meses após o plantio.

Espaçamento	Densidade pl/ha	Tora		Torete		Poste		Mourão		Madeira fina		Volume total*	
		$m^3\ ha^{-1}$											
10x4	250	29,34	a	37,79	b	38,73	b	45,04	e	2,46	f	153,4	e
10x3	333	13,45	b	40,44	a	46,64	a	61,69	d	3,40	f	165,6	e
3x3+15	370	0,54	d	34,38	b	31,96	b	81,89	c	4,10	e	152,9	e
3x4+7+10	375	15,08	b	47,12	a	51,69	a	74,58	c	4,05	e	192,5	c
3x4+10	385	2,72	c	37,22	a	31,91	b	81,95	c	4,76	e	158,6	e
10x2	500	4,83	c	42,00	a	44,06	a	107,12	c	6,34	d	204,4	c
3x4+7	500	0	d	29,90	c	12,13	c	124,49	b	6,66	d	173,2	d
3x3+10	512	0	d	22,63	c	21,05	c	123,71	b	7,59	c	175,0	d
5x2	1000	0	d	0,52	d	1,84	d	207,05	a	19,93	b	229,3	b
3,3x3	1001	0	d	1,87	d	3,74	d	224,66	a	20,49	b	250,8	a
3,3x2	1500	0	d	0,48	d	0	d	215,33	a	37,03	a	252,8	a

* Não incluso o volume de toco. Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott, a 1% de significância.

Observa-se que mesmo em populações com diferenças mínimas de densidade o produto final obtido não foi o mesmo. Assim espaçamentos com linhas duplas como o 3x3+15 (uma linha dupla e 15 metros de entre linhas) teve uma produção irrisória de toras de até 25 cm de diâmetro mínimo quando comparado a produção de toras do espaçamento 10x3 com população bem próxima, mas com arranjo em linhas simples. Esses dados mostram que o arranjo de plantio é também determinante na obtenção do produto final e deve ser observado conjuntamente na definição de densidade de plantio planejamento de desbastes no sistema iLPF.

Desempenho da lavoura, do pasto no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta

O sistema iLPF vem se consolidando como uma alternativa das mais promissoras e sustentáveis para recuperação de áreas degradadas tanto de pasto quanto de lavouras que ao longo do tempo perderam sua capacidade produtiva. Essa tecnologia propicia, além da formação ou recuperação destas pastagens, a produção de grãos e silagem juntamente com a exploração do eucalipto para fins energéticos ou madeireiros. Além de apresentar reduzido custo ambiental, ser economicamente viável, podendo ser implantado em várias regiões do Brasil.

A inserção do componente arbóreo no sistema proporciona melhoria climática no ambiente da pastagem, contribuindo para que o pasto permaneça verde e palatável por mais tempo, inclusive na época de seca. Desta forma, além de reduzir os impactos

ambientais, favorece o bem-estar animal, proporcionando sombra e conforto térmico aos animais (Pires et al., 2010), contribui para o acúmulo da matéria orgânica, por meio da participação de folhas e galhos, beneficiando a ciclagem de nutrientes. Outra vantagem da associação de espécies arbóreas e demais culturas na recuperação do pasto é o retorno econômico a curto, médio e longo prazo.

No entanto, devido à dinâmica de crescimento das árvores, há necessidade de adequado planejamento quanto ao arranjo espacial da comunidade arbórea na implantação, bem como, de estratégias de desrama e desbaste do componente florestal permitindo suprimento adequado de radiação solar para o sub-bosque. As culturas agrícolas geralmente sofrem pouco ou nenhum efeito da redução da luminosidade em sistemas de iLPF por serem cultivadas apenas nos anos iniciais do sistema. O mesmo não acontece com o pasto, podendo a sua produtividade ao longo do tempo ser influenciada pelo sombreamento causado pelo componente arbóreo.

A utilização da lavoura em consórcio para renovação de pastagens tem-se mostrado opção interessante para amortizar custos, contribuir para condicionar o solo melhorando os aspectos relacionados à parte física, química e biológica. O pasto beneficia-se da adubação residual da lavoura, melhora a produção e valor nutritivo da forragem, contribuindo para aumento na produção de carne e leite na propriedade rural.

Para compor o sistema iLPF as lavouras e forrageiras devem ser produtivas, parcialmente tolerantes ao sombreamento e adaptadas às condições edafoclimáticas do local de implantação. Isto se torna mais relevante em se tratando de áreas de cerrado, com características particulares de solos ácidos de baixa fertilidade e estação seca bem definida e prolongada.

Escolha das espécies componentes do sistema

A escolha das espécies depende de fatores tais como a adaptação às condições climáticas, características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado, pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento.

As culturas de milho, feijão, arroz, sorgo, soja e milheto têm sido utilizadas nos sistemas de iLPF, pois consorciam bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras (Paciullo et al., 2011; Viana et al., 2012) (Figura 3). No entanto, o milho é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados devido à simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores.



Figura 3. Milho (A) e sorgo (B) consorciado com B. decumbens e eucalipto plantado no espaçamento (3x2)+20 m. EPAMIG/Prudente de Morais. Março 2010.

O milho se destaca em virtude do rápido crescimento inicial e porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada. Por outro lado, a existência de herbicidas graminicidas seletivos ao milho melhora o controle de plantas daninhas, facilitando os tratos culturais. Além do mais, esse cereal apresenta inúmeras aplicações na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), quer seja na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente. Soma-se a isto a existência de um grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões do Brasil, possibilitando o cultivo deste cereal de norte a sul do país. Em locais onde o clima favorece o plantio de milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema, pois consorcia bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras (Gontijo Neto et al., 2013).

O plantio da lavoura deve ser realizado preferencialmente no início do período chuvoso, levando-se em consideração que após a colheita do milho para ensilagem ou grão é necessário que ainda haja umidade suficiente (chuva) para que ocorra a formação do pasto (Figura 4). O ideal é que a semente do capim seja distribuída na linha e na entrelinha da cultura, de maneira a permitir uma rápida formação do pasto. Deve-se ter o cuidado de misturar as sementes ao adubo no dia da semeadura para evitar que o fertilizante interfira na germinação das sementes das forrageiras. No plantio, manter a distância de 1,0 a 1,5 m da linha do eucalipto que deverá permanecer livre de concorrência de qualquer espécie, seja capim, plantas daninhas ou lavoura, nos primeiros dois anos. Esse manejo é de suma importância e tem como finalidade garantir o rápido desenvolvimento do componente arbóreo, o que contribui para a antecipação da entrada dos animais no pasto.



Figura 4. Formação do pasto de *B. decumbens* após a colheita do milho grão. EPAMIG/Prudente de Morais, 2010.

No sistema iLPF, além de garantir a produção animal, as forrageiras perenes (capins) atuam como recicladoras de nutrientes após a cultura anual; na estruturação física e aporte de matéria orgânica no solo e na produção de palhada para o plantio direto. Além de contribuir no manejo de plantas daninhas e doenças preservando a produtividade da cultura anual, na redução dos custos de produção e na geração de receitas mensais ou anuais, até a maturação do componente florestal.

É importante que estas espécies apresentem bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento e elevado valor nutricional. Deste modo, a maior preocupação é que as forrageiras sejam capazes de produzir sob condições de cultivo consorciado com espécies arbóreas e com a lavoura, mantendo um estande adequado para a exploração da atividade pecuária ao longo do tempo.

A longevidade das espécies forrageiras que compõe o sub-bosque destes sistemas é de extrema importância para o sucesso da integração, tendo em vista que a dinâmica de crescimento das árvores altera consideravelmente o microclima da comunidade herbácea. Neste contexto, o crescimento das árvores acarreta redução da luminosidade incidente, o que implica em possíveis alterações nas características espectrais da radiação solar que atinge o sub-bosque no sistema de iLPF.

Outro fator importante e pouco considerado no estudo do comportamento de plantas forrageiras em ambientes sombreados diz respeito à qualidade da luz, ou seja, o fato das folhas das árvores atuarem como filtros absorvendo grande parte da radiação solar com comprimentos de onda de potencial fotossintético. Nesta condição, o sub-bosque pode ser irradiado com intensidade de luz suficiente, porém, de baixa qualidade para o processo fotossintético.

Entre as forrageiras tropicais, os gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Panicum*, muito difundidas para plantio na região de cerrado do Brasil,merecem destaque, por apresentarem tolerância moderada ao sombreamento, boa produção de forragem e grande utilização pelos pecuaristas, podendo compor os sistemas agrossilvipastoris (Paciullo et al., 2009, 2011). A *Brachiaria decumbens* é uma espécie amplamente utilizada no Brasil por apresentar boa

adaptação aos solos de baixa fertilidade e ácidos, típicos da região de cerrado, com razoável produção de forragem e capacidade de suporte. No entanto esta espécie é altamente susceptível a cigarrinha das pastagens. Existem outras espécies de braquiárias que são mais tolerantes a esta praga e que apresentam características culturais e nutricionais semelhantes ou até melhores, como é o caso da *Brachiaria brizantha* que ainda possui variações de acordo com a cultivar (Marandu, MG4, Xaraés, Piatã) e a *Brachiaria ruziziensis*

Dentre as diversas espécies de braquiária avaliadas em sistemas agrossilvipastoris a cultivar Marandu tem sido muito empregada em função da sua tolerância ao sombreamento e capacidade competitiva favorável ao seu cultivo em sistemas consorciados. Paciullo et al. (2008) estudando o crescimento de capim-braquiária sob diversos níveis de sombreamento nas estações do ano constatou que este capim apresenta plasticidade fenotípica, em resposta às variações sazonais e de sombreamento, conferindo a essa espécie elevado potencial para uso em sistemas silvipastoris. No entanto à medida que o componente florestal cresce o sistema se torna mais limitante ao desenvolvimento das forrageiras, necessitando que se faça uma intervenção na área, realizando o desbaste de árvores para evitar a redução no crescimento do pasto. A desrama e o desbaste são práticas utilizadas no manejo florestal com a finalidade melhorar a entrada de luz no sistema, beneficiando não só a exploração florestal, mas também a forrageira.

Em trabalho conduzido na região central de Minas Gerais onde o sistema de iLPF foi utilizado na recuperação de uma área de 10 ha de pasto degradado,três clones de eucalipto (GG100, I144 e VM 58) foram plantados emarranjo com linhas duplas: (3 x 2) + 20 m, (2 x 2) + 9 m e em linha simples: 9 x 2m . As espécies escolhidas para compor o sistema foram o milho cultivado nos primeiros três primeiros anos consorciado com o pasto de Urocloa decumbens

No primeiro ano de implantação do eucalipto com a cultura do milho consorciado com o capim-braquiária, não foi observado diferença na produção de forragem de milho para ensilagem nos diversos arranjos estruturais do eucalipto (Tabela3). O mesmo foi observado para a produtividade e qualidade do capim-braquiaria, no primeiro ano de implantação do sistema (Tabela 4), indicando que o eucalipto não interferiu no desenvolvimento da lavoura e do pasto. Isto ocorreu porque no início do desenvolvimento do eucalipto não houve concorrência com a cultura ou com o pasto.

Tabela 3. Produtividade de matéria seca do milho cultivado para ensilagem, em três arranjos de eucalipto, no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e a pleno sol, no período de três anos.

Arranjos	Produtividade de matéria seca (t/ha)		
	2008/2009	Ano 2009/2010	Ano 2010/2011
(3 x 2)+20 m	13,08 a1	10,01 a	9,43 b
(2 x 2)+9 m	9,48 a	4,61 c	3,77 c
9 x 2 m	13,8 a	7,50 b	5,99 c
Pleno sol	12,25	8,74	11,89

[1] Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produção de massa de forragem seca (PMFS) (t/ha) e composição química de *Urochloa decumbensem* três arranjos de eucalipto, no primeiro ano de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

Arranjos	PMFS (t/ha)	Matéria Seca (%)	Proteína Bruta (%)	FDA[2] (%)	FDN[3] (%)	Lignina (%)
(3 x 2) + 20 m	3,38 a[1]	23,13a[1]	8,70 a[1]	43,79 a	71,09 a	6,34 a
(2 x 2) + 9 m	2,07a	21,25a	9,80 a	43,51 a	70,69 a	6,06 a
9 x 2 m	2,32a	22,77a	8,97 a	45,10 a	70,97 a	6,49 a

[1] Médias na coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).
[2] Fibra em detergente ácido
[3] Fibra em detergente neutro

A partir do segundo ano de consorcio foi observado redução na produtividade do milho em consequência do sombreamento do eucalipto nos arranjos mais adensados (Viana et al., 2012). A maior produtividade do milho para ensilagem ocorreu no arranjo com maior espaçamento entre as leiras de eucalipto, indicando que nesse arranjo há uma maior disponibilidade de radiação solar. Vários autores têm descrito sobre a influência da radiação solar e o efeito do sombreamento sobre as características agronômicas e as produtividades de milho e de outras culturas exploradas em sistemas agroflorestais, sob diversos arranjos (Oliveira et al., 2007; Paciullo et al, 2011; Viana et al., 2012). Nesta fase não houve influência dos clones de eucalipto sobre a produção de milho para silagem em todos os anos avaliados.

No entanto, à medida que o tempo passa a produtividade do pasto também foi reduzida em função do sombreamento causado pelo eucalipto nos espaçamentos mais adensados. Naavaliaçãorealizada quando o eucalipto estava com 48 meses de idade e altura média de 22 m foi observado maior produção de forragem do capim-braquiáriano arranjo (3 x 2) + 20, m (Tabela 5).As questões relacionadas tanto quantidade quanto a qualidade daluz incidente no sub-bosqueem sistemas silvipastoris pode ser uma explicação para a redução na produção de forragem nos arranjos mais adensados (Rodriguez et al., 2014).

Tabela 5. Produção média de massa de forragem seca (PMFS) e composição bromatológica do capim-braquiária em três arranjos de eucalipto e a pleno sol.

Arranjos	Composição bromatológica			
	PMFS (kg/ha)	FDN[3] (%)	FDA[2] (%)	Proteína Bruta (%)
(3 x 2)+20 m	1325,1 a[1]	62,92 a	30,79 a	10,37 b
(2 x 2)+9 m	465,8 c	60,29 b	29,12 a	14,46 a
9 x 2 m	783,3b	60,37 b	30,50 a	12,67 ab
Pleno Sol	3325,9	64,67	32,77	11,48

[1] Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%
[2] Fibra em detergente ácido
[3] Fibra em detergente neutro
Fonte: Viana et al. (2013).

Nos arranjos com espaçamento de 9 m entre as linhas de eucalipto, ao aumentar a quantidade de árvores (do simples para o duplo), ocorreu redução de 40,83% na produção de massa de forragem seca. A proximidade entre as linhas de árvores pode ter implicado em maior sombreamento da entrelinha, contribuindo para a redução da produtividade do pasto nesses locais. Outros fatores como a competição por água e nutrientes também podem ter interferido no resultado. Vários autores também relataram diminuição na produção de massa seca à medida que se aumenta o sombreamento (Paciullo et al.,2007, Gobbi et al., 2009).

Em todos os arranjos foi observada maior produção de forragem do capim-braquiária no sub-bosque do clone GG100, não havendo diferença entre as produções no sub-bosque dos clones VM 59 e o I144.

No arranjo (3 x 2)+20 o teor defibras em detergente neutro (FDN) no capim-braquiária foi 4,3% superior aos demais tratamentos. Provavelmente, as plantas no maior espaçamento do componente arbóreo apresentaram maior taxa de crescimento e maturidade fisiológica o que elevou o acúmulo de parede celular vegetal na forrageira. Não houve efeito significativo de arranjo, ciclo, localização e interação entre estes fatores sobre os teores defibra em detergente ácido (FDA). Maiores teores de proteína bruta (PB) foram obtidos nos arranjos mais adensados. Estes resultados estão em acordo com a literatura, uma vez que os arranjos mais adensados implicaram em teores mais elevados de proteína bruta na forragem do sub-bosque (Souza et al., 2007). O maior teor de PB nas plantas sombreadas pode estar associado ao menor tamanho das células sob sombra (Gobbi et al., 2009), à maior concentração de nitrogênio nas folhas e ao aumento do aporte deste nutriente via ciclagem de nutrientes (Paciullo et al., 2007). Em todos os arranjos e na forragem em sol pleno verificou-se que os teores de PB ficaram acima do considerado mínimo (7%) para atender às exigências dos microrganismos ruminais e do mínimo de 10 % considerado necessário para um melhor aproveitamento do pasto em regiões tropicais.

Proposta de Modelo de Integração Pecuária-Floresta com Eucalipto

No Brasil existem milhões de hectares de áreas de pastagens com algum grau de degradação, levando a baixas produtividades pecuárias. Nesta direção, o melhoramento genético dos cultivares e a recuperação de áreas improdutivas de pastagens degradadas, são formas eficientes de aumentar a produção sem a necessidade de exploração de novas fronteiras agrícolas.

A integração Pecuária-Floresta é uma tecnologia que pode ser empregada na recuperação das pastagens degradadas. Deste modo, propõe-se um modelo com o pressuposto de facilitar implantação do sistema; de otimizar e prestar serviços ambientais para as áreas de pastagem degradadas; conforto animal; restabelecer o potencial produtivo e ambiental do sistema de produção agropecuário e assim, permitir rapidamente a continuidade das atividades agropecuárias tradicionais com a finalidade de ao final fornecer madeiras à serraria.

O modelo proposto refere-se ao arranjo estrutural inicial ((3(3x2m)) + 7x2m), que corresponde a 3 linhas de plantio em espaçamento 3x2 metros com mais uma linha simples de 7 metros e com plantas espaçadas de 2 metros na linha (Figura 5). Este sistema pode ser manejado com desbastes sucessivos ao longo do tempo, visando chegar à rotação final no espaçamento de 10x4m. Oliveira (2005) e Nieri (2016) consideraram que o espaçamento final 10x4m para exploração de madeira serrada é o ideal para os sistemas de integração Pecuária-Floresta implantados na região do Cerrado.

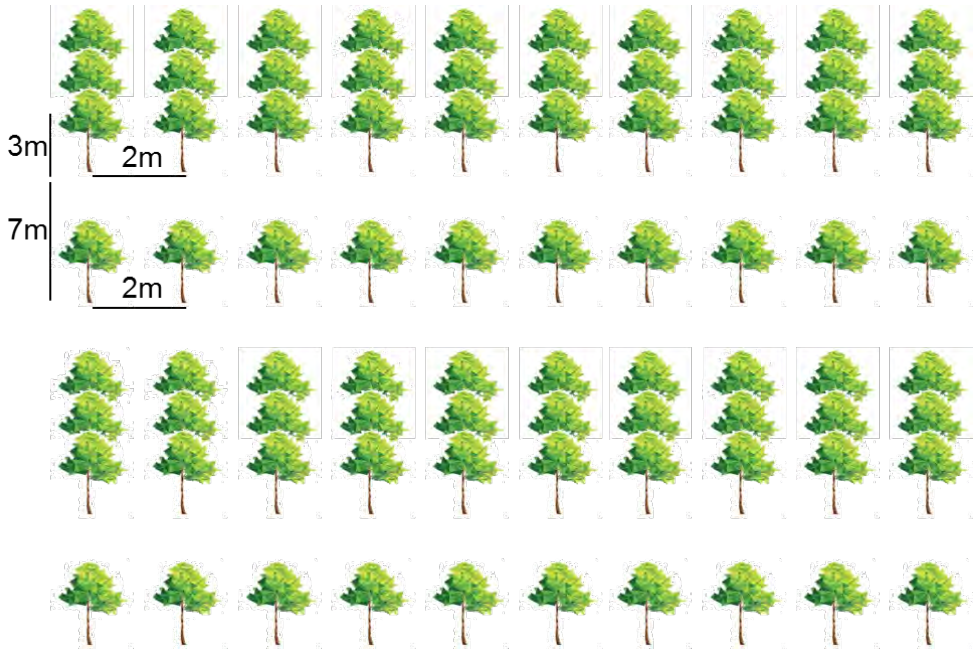


Figura 5. Representação do arranjo estrutural inicial ((3(3x2) + 7x2) metros.

Para obter o espaçamento de 10x4m é necessário realizar um desbaste 50% dos indivíduos entre o 3° e 4° ano, de modo a tornar o arranjo inicial de ((3(3x2m) + 7x2m) em ((3(3x4m) + 7x4m), ou seja, deve-se realizar o desbaste sistemático das colunas de plantio, removendo a segunda, quarta, sexta e as demais colunas de forma sucessiva (Figura 6). A realização do desbaste favorece o desempenho silvicultural da espécie florestal por disponibilizar maior área para cada indivíduo, além de amortizar os custos com o emprego da técnica e antecipar receitas para o produtor rural.

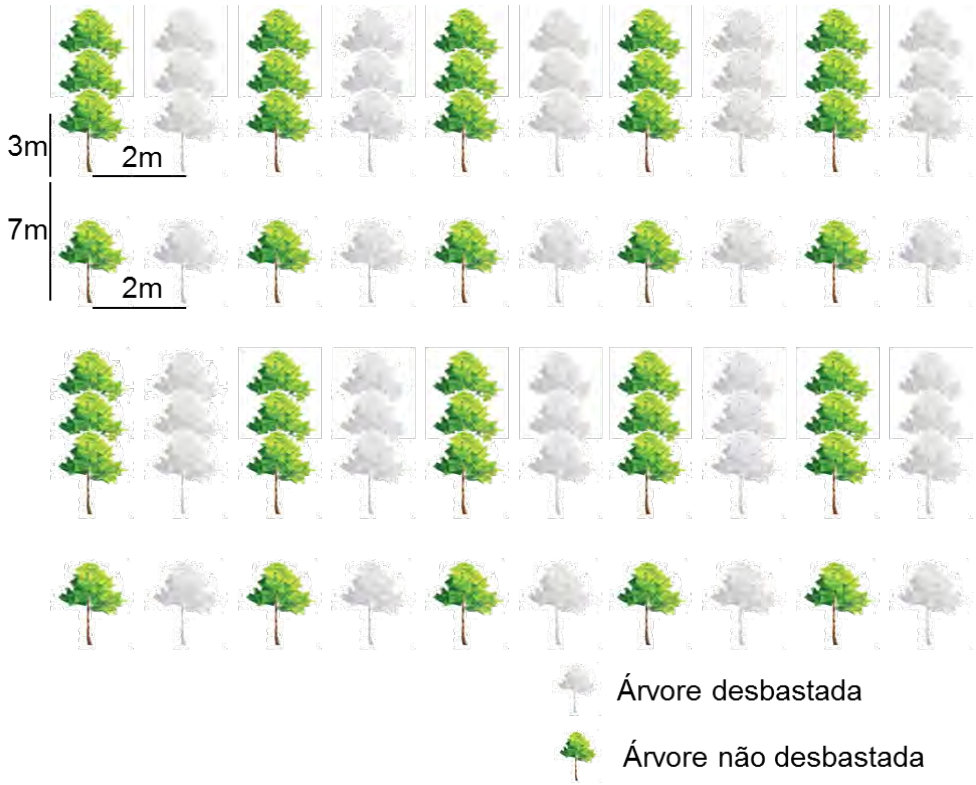


Figura 6. Representação da realização do desbaste sistemático.

O segundo e último desbaste, visa retirar mais 50% da população remanescente, de modo sistemático, retirando a primeira linha inteira e terceira linha inteira do arranjo, obtendo-se espaçamento final de 10x4m (Figura 7). Observa-se que as árvores remanescentes deste desbaste apresentam fustes mais cilíndricos e retilíneos, decorrentes da competição exercida, ao longo do tempo pelas linhas de árvores retiradas (primeira e terceira linha). Este desbaste deve ocorrer quando iniciar a competição intraespecífica dos indivíduos (estimada entre o 7° e 8° ano de plantio) possibilitando assim a retomada em incremento pelos mesmos.

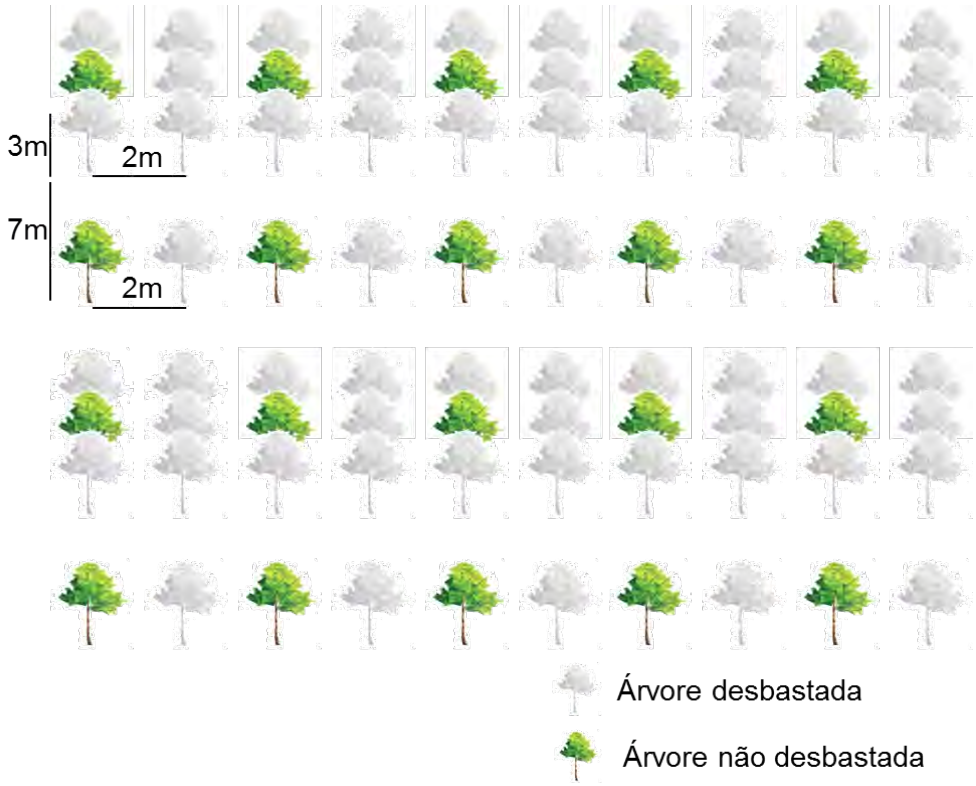


Figura 7. Representação da realização do segundo desbaste sistemático para chegar ao espaçamento de 10x4m.

Dessa forma, ao final do ciclo do componente florestal desse modelo tem-se madeira nobre e com qualidade agregando valor e o tornando viável para os produtores rurais.

Considerações finais

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta proporciona, além de diversificação de atividades, uma oportunidade de obtenção de produtos florestais de alto valor agregado que seria de difícil obtenção em outros sistemas de cultivo e uma alternativa para transformar áreas degradadas em áreas produtivas.

De maneira geral, esse sistema necessita ser avaliado como um todo, com consciência de que em alguns aspectos individuais pode haver uma redução de ganhos, compensada por outro componente num futuro pré-determinado. Nesse aspecto o componente florestal, de retorno mais longo e maior volume, deve ser explorado de forma a agregar o maior valor possível. Vale ressaltar a necessidade de estudos com diferentes espécies florestais em arranjos com forragens tolerantes ao sombreamento.

Assim, o investidor desses empreendimentos deve estar preparado financeiramente para não antecipar os ganhos com esse componente, o que pode comprometer todo o

planejamento inicial. Dessa forma, um bom planejamento e buscar sempre o objetivo traçado inicialmente é a chave para o sucesso dos sistemas integrados de produção lavoura-pecuária-floresta.

Referências

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**: Série Técnica, v. 1, n. 3, p. 1-16, set. 1980.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-Braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, set. 2009.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, L. R.; SIMOES, E. P.; CAMPANHA, M. M. Integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013, Campo Grande. **Sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável**: 10 anos de pesquisa: anais. Campo Grande: Embrapa, 2013.

HERIANSYAH, I.; MIYAKUNI K.; KATO, T.; KIYONO, Y.; KANAZAWA, Y. Growth characteristics and biomass accumulations of acacia mangium under different management practices in indonesia. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 19, n. 4, p. 226–235, dez. 2007.

LIMA, I. L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. 2005. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. **Informe Agropecuário**, v. 29, p. 65-78, 2008.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; VENTURIN, R. P.; VALE, R. S.; VALE, F. A. F do. Sistemas integrados de produção agroflorestal. In: VALE, A. B. do; MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; COSTA, C. B.; VILAR, M. B.; NACIF, A. de P. (Org.). **Eucaliptocultura no Brasil**: silvicultura, manejo e ambiência. Viçosa: Editora da UFV, 2014. V. 1, p. 241-262.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2010. 331 p.

MAESTRI, R.; NUTTO, L.; SARTORIO, R. C. Ganhos tecnológicos na produção de madeira reflorestada sob manejo. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO E TECNOLOGIAS EMERGENTES PÁRA A INDÚSTRIA MOVELEIRA, 3., 2005, Vitória. **Anais**... Vitória: SIF, 2005. V. 1, p. 1-19. Disponível em: <http://www.sif.org. br>. Acesso em: 15 dez. 2011.

MALAN, F. S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, n. 163, p. 13-20, 1992.

NIERI, E. M. **Desempenho silvicultural de espécies florestais introduzidas para sistema silvipastoril em Lavras, MG**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. C.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 40-50, jan./mar. 2007.

OLIVEIRA, T. K. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 1-9, 2009. Número especial.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de, AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, abr. 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. C.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, out. 2011.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-927, jul. 2008.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009.

PIRES, M. F. A.; PACIULLO, D. S. C.; PIRES, J. A. A. Conforto animal no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 81-89, 2010.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. D. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implementação. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. V. 2, p. 1421-1455.

RODRIGUEZ, C. O. D.; ARAÚJO, S. A. C.; VIANA, M. C. M.; ROCHA, N. S.; BRAZ, T. G. S.; VILLELA, S. D. J. Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. **Acta Scientiarum**, v. 36, n. 2, p. 129-136, 2014.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008. 566 p.

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Cerne**, v.13, n. 1, p. 96-106, jan./mar. 2007.

SOUZA, C. C. de. **Modelo de crescimento, com variáveis ambientais, para ipê felpudo em diferentes espaçamentos**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais: Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VENTURIN, R. P. **Análise técnica e econômica de um clone de Eucalyptus sob diferentes arranjos de plantio em Sistema Agrossilvipastoril**. 2012. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIANA, M. C. M. DUARTE, A.P., TSUNECHIRO, A. Integração Lavoura- Pecuária-Floresta utilizando a cultura do milho. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. (Ed.). **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: IAC; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. Cap. 42, p.667-687.

VIANA, M. C. M.; ROFRIGUES, C. O. D.; ARAUJO, S. A. C.; BRAZ, T. G. S.; SILVA, E. A.; SILVA, K. T.; RIBEIRO, P. C. O.; LADEIRA, C. V. G. Produção e composição bromatológica do capim-braquiaria em sistema agrossilvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 23., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**... Foz do Iguaçu: SBZ, 2013.



Davi J. Bungenstab

Capítulo 30

Influência do arranjo espacial das aleias de eucalipto em sistema silvipastoril no acúmulo de biomassa e propriedades bromatológicas da *Urochloa brizantha* cv Xaraés

Flávia Araújo Matos
Natália Andressa Salles
Silvia Correa Santos
Elaine Reis Pinheiro Lourente

Uso de eucalipto em sistema silvipastoril no Mato Grosso do Sul

Em algumas regiões do Mato Grosso do Sul a pecuária de corte é uma das principais atividades econômicas, especialmente em locais de solos menos férteis e mais arenosos. Nestes ambientes, o sistema silvipastoril tem se mostrado atrativo, principalmente pelo potencial de aumento da receita das propriedades, resultante do incremento gerado com a silvicultura. No entanto, questionamentos subsistem, tanto por parte dos produtores quanto dos técnicos, tais como: arranjo espacial adequado e material arbóreo e forrageiro adaptados.

As árvores a serem utilizadas em um sistema silvipastoril devem apresentar, de preferência, copas que permitam passagem de luz suficiente para o crescimento das forrageiras. Dentro do gênero *Eucalyptus*, existem diferenças marcantes, sendo que algumas espécies possuem copas mais densas que outras, mas de modo geral permitem incidência de luz satisfatória para o desenvolvimento do sub-bosque.

Os eucaliptos são largamente utilizados nestes sistemas devido à precocidade e serem de múltiplos usos, sendo estes aspectos importantes na escolha de espécies e arranjos produtivos. Dentre os materiais disponíveis, os clones H13 (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* = *E. urograndis*) e 1277 (*E. camaldulensis* x *E. grandis* = *E. grancam*) apresentam características que podem beneficiar o crescimento e desenvolvimento das gramíneas, com diferenças quanto ao arranjo da copa. O *E. urograndis* possui diversos usos como papel, celulose, carvão vegetal, serraria em geral e apresenta como importante característica morfológica uma copa mais densa quando comparada a outros híbridos, além de apresentar um rápido incremento volumétrico (crescimento em diâmetro 20% superior a outras espécies). Já o *E. grancam* apresenta menor crescimento em diâmetro de caule com a copa menor e mais rala.

Devido à grande diversidade de possibilidades de escolha dos componentes do sistema, além da infinidade de interações provocadas pelos mesmos, uma das maiores dificuldades para que a adoção ocorra é a falta de informação sobre o espaçamento ideal de plantio das árvores para que a integração dos elementos não prejudique o desenvolvimento dos mesmos.

Influência da árvore sobre o pasto

Em 2014 foi conduzido um estudo na Fazenda São Paulo, com coordenadas geográficas 22°15' S e 53°50'W, localizada às margens da Rodovia BR 376, no município de Ivinhema, MS. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (Santos et al., 2006), e apresenta relevo de topografia ondulada e está inserido em 38,5% da bacia do Rio Ivinhema (Oliveira et al., 2000).

A área de cultivo de 200 ha tem como componente arbóreo o *Eucalyptus urograndis* (clone H13) e *Eucalyptus grancam* (clone 1277) implantados em julho de 2010, com disposição em renques constituídos por linhas triplas em espaçamento de 3 m x 2 m, sendo a largura das aleias variável devido ao desnível do terreno.

O local foi previamente preparado, realizando-se o terraceamento e correção por meio da incorporação de 2 t ha^{-1} de calcário dolomítico. O eucalipto recebeu adubação de base no sulco (170 kg ha^{-1} de superfosfato triplo) durante o plantio, e após 90 dias (82 kg ha^{-1} de 20-5-20 + 0,5% B + 0,4% Zn), 180 dias (82 kg ha^{-1} de 13-00-18 + 0,5% B + 0,4% Zn) e aos 12 meses (82 kg ha^{-1} de KCl + 1,5% B e 0,5% Zn) em cobertura.

Oito meses após o plantio dos eucaliptos, em março de 2011, foi realizada a semeadura da forrageira *U. brizantha* cv. Xaraés a lanço entre aleias. A partir de julho de 2011 iniciou-se o pastejo dos bovinos. Os componentes arbóreos apresentavam altura média de 15,0 e 13,5 m para os clones 1277e H13 respectivamente, quando foram iniciadas as análises.

A forrageira foi adubada com 100 kg ha^{-1} de superfosfato triplo, 50 kg ha^{-1} de cloreto de potássio (KCl) e 20 kg ha^{-1} de FTE BR 12 na semeadura, e 110 kg ha^{-1} de ureia em cobertura no 25º dia após a emergência. No início da estação das águas 2012/2013 foram aplicados 150 kg ha^{-1} de sulfato de amônio em cobertura.

Foram selecionados quatro diferentes espaçamentos entre aleias de árvores para cada clone, (16 m, 20 m, 25 m e 30 m) para o clone 1277 e (14 m, 18 m, 21 m e 24 m) para o clone H13 (Figura 1), respectivamente. A escolha dos espaçamentos foi limitada de acordo com os espaçamentos já existentes, provocados pelo terraceamento.



Figura 1. Sistema Silvipastoril com o clone 1277 a esquerda e o clone H13 a direita, em Ivinhema-MS, dezembro de 2013.

Em cada espaçamento foram locadas quatro parcelas a título de repetições e dentro de cada uma, quatro linhas de coleta paralelas às aleias. As linhas de coleta foram locadas a 1,5 m das aleias e aproximadamente 35% da distância paralela aos renques (Figura 2).

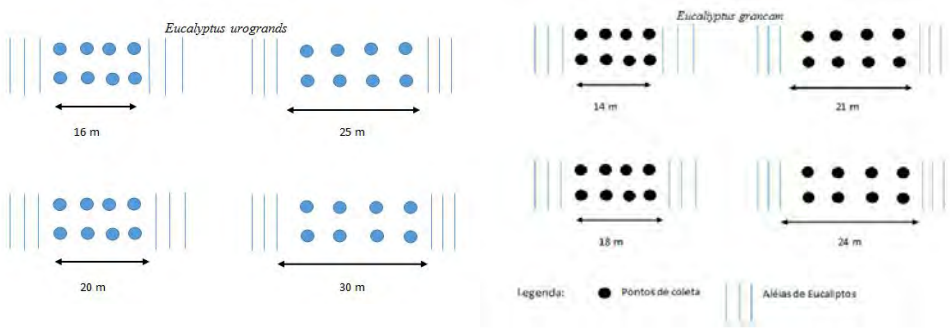


Figura 2. Arranjo espacial das aleias de *Eucalyptus urograndis* (clone H13) e *E. grancam* (clone 1277) e pontos de coleta (1,5 m e 35% de distância das árvores) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, no sistema silvipastoril, instalado na Fazenda São Paulo, município de Ivinhema-MS.

Em cada linha de coleta foram retiradas duas amostras equidistantes da gramínea de acordo com a largura das faixas entre as árvores, em uma área de 0,25 m^2, com um quadro de coleta, na altura de 10 cm do solo em duas épocas (**E1**: janeiro e **E2**: julho de 2014).

Acúmulo de biomassa seca total

O espaçamento de 14 m foi o que mais afetou o acúmulo de forragem, sendo 26% menor do que o espaçamento de melhor produção (24 m) no verão, e 25% no inverno para o clone 1277. No caso do clone H13, a redução foi de 25% no verão e 17% no inverno entre o menor e o maior espaçamentos estudados, 16 m e 30 m, respectivamente. Esses resultados permitem inferir que a distância entre as aleias é o componente mais importante para definir o acúmulo de biomassa seca da gramínea avaliada, do que a proximidade da forrageira à linha de árvores (Figura 3).

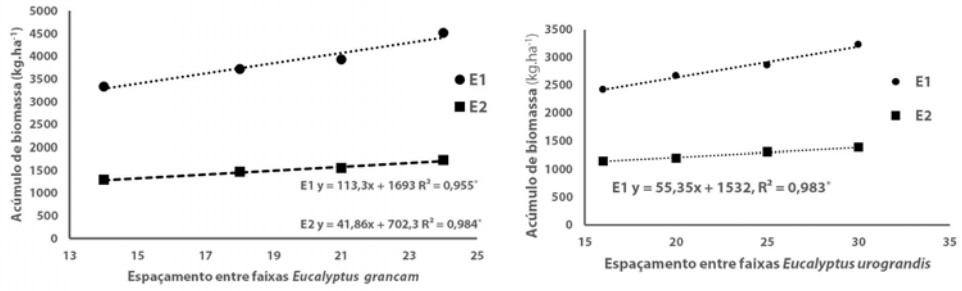


Figura 3. Acúmulo de biomassa (kg.ha^{-1}) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em quatro diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* e *urograndis* em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). * Significativo a p<0,05.

Em relação às duas épocas avaliadas, o acúmulo de biomassa seca da forrageira foi 61% superior no verão sob o clone 1277 e 55% sob o H13. Esse resultado já era esperado, pois segundo Euclides et al. (2008), as gramíneas do gênero Urochloa sp. chegam a acumular de 77 a 90% da produção total de biomassa seca no verão em relação ao inverno.

Comparando o acúmulo de forragem entre os componentes arbóreos, o acúmulo de biomassa foi 28% superior sob o clone 1277 no verão, e 16% no inverno, em comparação ao H13. O maior acúmulo de forragem nas áreas com o clone 1277 pode ser devido à característica de menor densidade de copa (maior transparência), permitindo um aumento de luminosidade no sub-bosque (Figura 4).



Figura 4. A esquerda está o clone H13 com copas mais densas, e a direita o clone 1277 apresentando uma maior transparência de copa, em Ivinhema-MS, dezembro de 2013.

Conteúdo de proteína bruta

A forrageira sob o espaçamento de 14 m apresentou teores de proteína bruta, em média, 17% superiores que sob os demais espaçamentos no verão e 18% superior no inverno, para o clone 1277. Sob o clone H13, o menor espaçamento (16 m) também apresentou valores superiores aos demais espaçamentos, sendo 17% superior no verão e 18% no inverno (Figura 5).

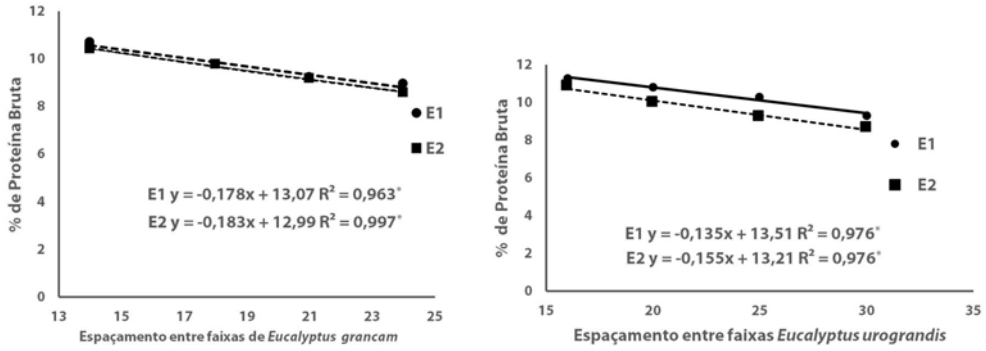


Figura 5. Porcentagem de Proteína Bruta (PB) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em quatro diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* e *E. urograndis* em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). * Significativo a p<0,05.

Observou-se um valor médio de 7% superior nos valores de proteína bruta nas plantas sob a copa das árvores do clone H13 em relação ao 1277, no verão. Entretanto, no inverno essa diferença foi de apenas 2%. O teor de proteína bruta, geralmente, aumenta em plantas sombreadas (Garcez Neto, 2010), essa tendência é maior em gramíneas do que em leguminosas (Lin et al., 2001). A sombra pode ter efeito positivo sobre a disponibilidade de nitrogênio no solo, e as principais hipóteses são creditadas às boas condições de mineralização da matéria orgânica proporcionada pelas condições térmicas e hídricas do ambiente com maiores densidades de árvores (Kirchner et al., 2010). Segundo Ribaski et al. (1998) a redução da fotossíntese em áreas mais adensadas eleva ao aumento na eficiência de conversão da energia solar em energia química, aumentando os teores de clorofila, do N e ao incremento da área foliar, que são fatores que contribuem diretamente para o aumento da proteína bruta.

Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica (DIVMO)

Os teores de DIVMO diferiram (P<0,05%) nos diferentes espaçamentos para os dois clones avaliados, ocorrendo uma redução nos níveis dessa variável conforme aumentava o espaçamento das aleias. A DIVMO está diretamente relacionada com os teores de FDN, FDA e proteína bruta, pois com diminuição dos teores de fibra, aumenta a digestibilidade e a proteína da forragem (Figura 6).

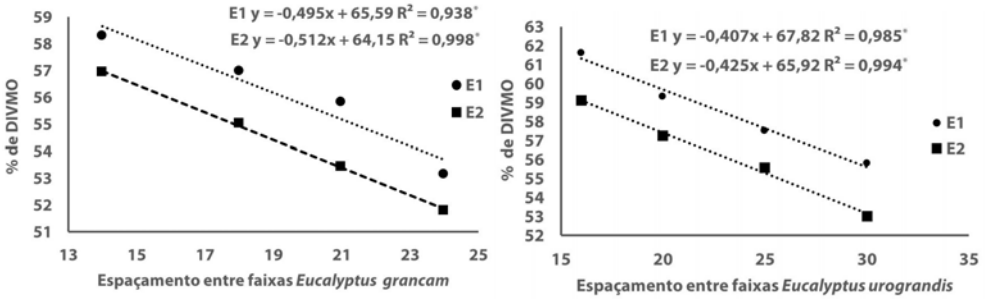


Figura 6. Porcentagem de Digestibilidade in vitro de Matéria Orgânica (DIVMO) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em quatro diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* e *urograndis* em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). * Significativo a p<0,05.

No estudo de sombreamento provocado por duas densidades arbóreas em uma floresta de *Pinus elliottii* com 10 anos de idade, Barro et al. (2008) observaram que o sombreamento moderado reduziu em 57% o rendimento médio de forragem das três espécies avaliadas, azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam), aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), aveia-branca (*A. sativa* L.) cv. Fapa-2, porém aumentou em 5,5% a digestibilidade in vitro (DIVMO) quando as plantas estavam em florescimento pleno. Paciullo et al. (2001) observaram que tanto a composição química quanto a digestibilidade são variáveis qualitativas que variam de acordo com a estação do ano.

Também houve efeito significativo para espaçamentos, épocas e interação, onde destacam-se os menores valores na estação das secas e efeito linear decrescente com o aumento dos espaçamentos. Isso se dá devido à adubação nitrogenada aplicada na forrageira, que resulta em elevação do valor nutritivo (Alencar et al., 2014). Após a correção do solo realizada no início do verão, observou-se que a gramínea apresentou incremento nos teores de DIVMO.

Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Houve efeito linear crescente da variável conforme aumentaram as distâncias entre as aleias de árvores. Também houve diferença estatística (p<0,05%) significativa em relação às estações do ano, com níveis maiores no inverno, com efeito linear crescente com o aumento do espaçamento. Isso pode ter ocorrido devido à coleta ser realizada após determinados períodos com menores temperaturas no inverno, causando uma diminuição na qualidade e consequentemente um menor valor para a variável FDN (Figura 7).

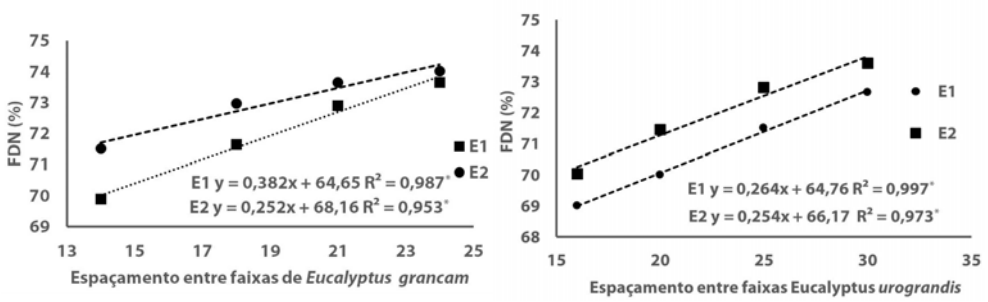


Figura 7. Porcentagem de Fibra Detergente Neutro (FDN) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em quatro diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* e *urograndis* em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). * Significativo a p<0,05.

O consumo voluntário de matéria seca está diretamente relacionado com a concentração de FDN na forragem, e este constituinte está relacionado à capacidade volumosa de ocupação de espaço no rúmen e, indiretamente, à densidade de energia disponível da forragem, portanto menor será o consumo de matéria seca com o aumento da concentração de FDN, devido ao maior espaço ocupado no rúmen. Pezzoni et al. (2012) estudaram a gramínea U. decumbens em sistema silvipastoril, cultivada em condições de sombreamento e a pleno sol e concluíram que o sombreamento provocado pelas árvores causou a redução do FDN, e estaria relacionado à maior área foliar específica e menor índice de área foliar da gramínea submetida ao sombreamento das árvores.

Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Os teores de FDA foram significativos (p<0,05 %) em relação ao espaçamento para os dois clones estudados, com aumento constante conforme aumentaram os espaçamentos. Para o clone H13 os teores permaneceram abaixo de 40%, nível esse considerado o limite para uma adequada digestibilidade, reportando ainda que a diminuição da digestibilidade esteja ligada ao aumento da parede celular que reduz o valor nutritivo continuamente ao longo da maturação e isso limita a ingestão de energia pelos animais (Nussio et al., 1998) (Figura 8).

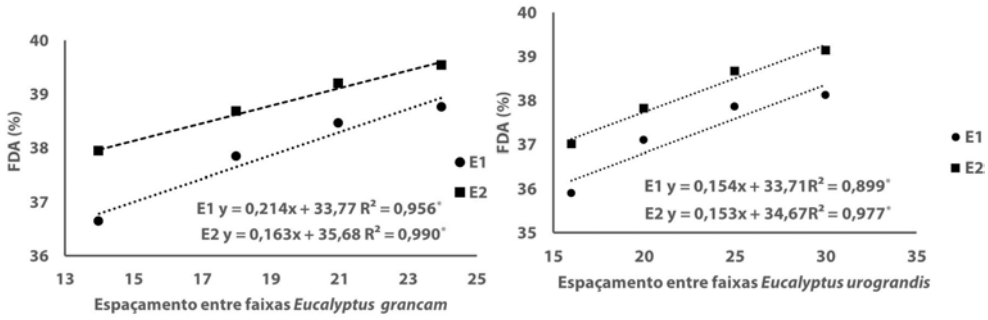


Figura 7. Porcentagem de fibra detergente ácido (FDA) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em quatro diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* e *urograndis* em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). * Significativo a p<0,05.

A digestibilidade da matéria seca está diretamente relacionada com a fibra em detergente ácido, pois essa reflete o nível de lignina na fração parede celular, e quando somada à celulose e hemicelulose forma o complexo lignocelulose, que é o principal fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais no rúmen. De acordo com Moreira et al. (2009) dentre os fatores que promovem a alteração da FDA em espécies forrageiras, o período de descanso e o nível de sombreamento são os de maior importância por interferirem diretamente sobre o espessamento da parede celular e o estiolamento das gramíneas forrageiras. Em estudos com *U. decumbens* submetida a dois níveis de sombreamento (65% e 35%), Paciullo et al. (2007) não constataram diferença entre os teores de FDA em sistema silvipastoril e a pleno sol, indicando que esse constituinte pode apresentar um comportamento incomum, podendo oscilar também de acordo com a característica genética da forragem.

Considerações finais

A sombra reduz o estresse térmico e auxilia no ganho produtivo dos animais, mas a preocupação do produtor sempre recai sobre a perda da disponibilidade da pastagem, e isto ocorrerá somente se o sombreamento for excessivo. Maiores espaçamentos entre aleias garantiram incrementos na produção e qualidade da forrageira, entretanto em todas as distâncias estudadas pode ocorrer cultivo consorciado, pois os valores obtidos são considerados ideais.

Em relação aos clones utilizados, o H13 com uma copa mais densa contribuiu para uma maior qualidade nutricional, e o 1277 apresentou um maior acúmulo de biomassa seca. Para efeitos práticos o produtor pode optar por qualquer um dos clones de eucalipto, pois ambos foram vantajosos em consórcio com o capim Xaraés.

Para a escolha do espaçamento ideal das faixas entre as árvores, além de levar em consideração a densidade da copa e seu efeito sobre a forrageira, também é importante o produtor verificar os maquinários e insumos que irá utilizar nesta área. Assim, a distância entre as aleias torna-se de extrema importância para um manejo mais eficiente, aplicável a qualquer tamanho de propriedade. E quando bem implantado, o sistema silvipastoril proporciona uma fonte de alternativa de renda segura ao produtor. Os resultados apresentados podem contribuir para um planejamento mais adequado e seguro. O desenvolvimento harmonioso de todos os componentes vegetais do sistema, proporcionará ao animal os benefícios deste consórcio, com pasto de qualidade e ambiente confortável.

Referências

ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; CUNHA, F. F. Bromatologia e digestibilidade de gramíneas manejadas por corte submetidas à adubações nitrogenadas e estações anuais. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 8-15, jan./fev. 2014.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C. de; MEDEIROS, R. B. de; SILVA, J. L. S. da; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por Pinus elliottii e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p.1721-1727, out. 2008.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J. Aclimatação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 42-50, jan. 2010.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. do; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V.; OLIVEIRA, M.P. de. Produção de forragem e características estruturais de três cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1805-1812, 2008

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 39, n. 11, p. 2371-2379, nov. 2010.

LIN, C. H.; MCGRAW, M. L.; GEORGE, M. F.; GARRET, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 3, p. 269-281, Nov. 2001.

MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 706-713, jun. 2009.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1998, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p. 203-242.

OLIVEIRA, H.; URCHEI, M. A.; FIETZ, C. R. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 52 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 25).

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, abr. 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. da. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 964-974, maio/jun. 2001. Suppl. 1.

PEZZONI, T.; VITORINO, A. C.; DANIEL, O.; LEMPP, B. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 293- 301, abr./jun. 2012.

RIBASKI, J.; INOUE, M. G.; LIMA FILHO, J. M. P. Influência da algaroba (*Prosopis juliflora*) sobre alguns parâmetros ecosfisiológicos e seus efeitos na qualidade de uma pastagem de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), na região semi-árida do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Anais**... Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1998. p. 219-220.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.



Capítulo 31

Sustentabilidade econômica de sistemas silvipastoris com eucalipto focados na produção de madeira sólida

Omar Daniel (in memoriam)
Rafael Pelloso de Carvalho
Débora Menani Heid
Flávia Araújo Matos

Contextualização da sustentabilidade na integração entre eucalipto e pecuária

A busca por alternativas sustentáveis de uso da terra tem levado ao interesse pelos sistemas agroflorestais (SAF), capazes de compatibilizar a renda esperada com a cultura e a tradição na produção de alguns produtos agrícolas e na criação de animais. Tais sistemas podem proporcionar a diversificação da produção, a obtenção de renda com o cultivo de espécies agrícolas durante o período de crescimento das árvores e a geração de empregos no campo, além de diversos benefícios ambientais (Vale et al., 2004).

Divididos em três grandes grupos, segundo a sua natureza do consórcio, os SAF são considerados sistemas sustentáveis de uso da terra que podem integrar componentes lenhosos, produção agrícola e animal, constituindo de acordo com a composição, os sistemas silvipastoris, agrissilvipastoris e agrissilviculturais. Determinadas práticas dessas modalidades de SAF também têm sido tratadas, respectivamente, como como iPF (integração Pecuária-Floresta), iLPF (integração Lavoura-Pecuária-Floresta) e iLF (integração Lavoura-Floresta).

Embora nosso cotidiano de pesquisas tenha levado em consideração as relações ambientais dos SAF em diversos níveis econômicos, ou seja, tanto na agricultura familiar (Heid et al., 2010; Pezarico et al., 2013) quanto no agronegócio (Pezzoni et al., 2012), aqui tratamos da sustentabilidade enfocando basicamente o aspecto econômico.

Essa delimitação do debate focada no quesito rentabilidade econômica tem antecedentes. Nos contatos constantes que fazemos com produtores rurais, nos quais temos oportunidade de dialogar a respeito das vantagens dos sistemas de uso da terra agroflorestais (SAF) para todos os níveis econômicos, ou seja, do agricultor familiar ao grande empreendedor rural, duas questões sobressaem: a) *qual (is) espécie (s) florestais podem ser utilizadas nesses sistemas de integração com animais ou produção agrícola e*; b) *qual o retorno econômico que pode ser esperado considerando o longo período de maturação desses projetos*.

A resposta à primeira questão não é difícil, pois apesar de várias espécies florestais contarem com suficiente aporte de informações para seus sistemas de produção, como a seringueira, a teca, o pinus e outras, é o eucalipto que apresenta maior volume de resultados de pesquisas, além de ter mercado para variadas aplicações de sua madeira e adaptar-se diversas condições edafoclimáticas. Do ponto de vista econômico, já temos comprovado que SAF agrissilvipastoril com eucalipto em região de cerrado pode atingir taxa interna de retorno de mais de 23% e razão benefício/custo de 1,8 (Daniel, 2010).

Para o segundo questionamento, desenvolvemos a seguir os cálculos necessários para dar resposta a algumas combinações entre componentes florestais e animais, destacando algumas modalidades de SAF mais comuns, especialmente no centro-oeste brasileiro.

Esses cálculos mostram o grande potencial econômico dos consórcios agroflorestais, tendo como base lenhosa o eucalipto para produção prioritária de madeira sólida para serraria e laminados.

Complementando nossa justificativa para dedicar esse capítulo à questão econômica, pontuamos nossa opinião, baseada na experiência em pesquisa e no contato cotidiano com o produtor rural, uma vez que dificilmente o homem do campo se dedicará a apoiar ações ambientais conservacionistas e socialmente justas se não puder obter o lastro econômico a partir de suas atividades, mesmo que já seja consciente do seu papel na conservação ambiental.

É este lastro que possibilitará os investimentos na melhoria da sua qualidade de vida e, por extensão, dos outros segmentos envolvidos na atividade agroflorestal.

Em nossa opinião, a produção de madeira em SAF deverá sempre estar relacionada prioritariamente à produção de madeira sólida, que apresentará sempre maior valor agregado. Mesmo assim, devem ser previstos mercados para outros usos, já que as pontas e às vezes galhos com dimensões inferiores àquelas exigidas pelo mercado de madeira serrada e laminados, deverão ser consumidos para geração de energia, papel e celulose, aglomerados, chapas e outros.

Análise econômica de sistemas silvipastoris com eucalipto

Para a avaliação desses sistemas foram utilizados três indicadores, de maior simplicidade de interpretação e suficientes para uma discussão básica a respeito das vantagens econômicas dos sistemas de produção analisados. São critérios que levam em conta a variação do capital no tempo (Silva; Fontes, 2005) e devem ser usados simultaneamente para tomada de decisão:

a) Valor presente líquido (VPL) – é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos, ou seja: $VPL=\sum^{n}_{j=0} R_j(1+i)^{-j} - \sum^{n}_{j=0} C_j(1+i)^{-j}$, sendo R_j = valor atual das receitas; C_j = valor atual dos custos; i = taxa de juros; j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; e n = número de períodos ou duração do projeto;

b) Taxa interna de retorno (TIR) – é a taxa de desconto de um investimento que torna seu VPL nulo, ou seja, que faz com que o projeto pague o investimento inicial quando se considera o valor do dinheiro no tempo. Pode também ser interpretada como sendo a taxa de retorno esperado do investimento. Deve ser maior do que o custo de oportunidade do capital (taxa de tomar empréstimo por exemplo);

c) Razão Benefício/Custo – é a razão entre a receita e os custos e deve ser ≥ 1 para que o projeto seja viável. Significa também o quanto cada unidade de capital gasto pode retornar como receita.

A taxa de desconto (i), ou seja, a taxa de juros aplicada sobre os critérios foi de 12%.

Eucalipto em cultivo homogêneo e pecuária de corte

Para a análise de investimento em eucalipto foram considerados sete anos de rotação, com o objetivo de comercialização da madeira para energia (lenha ou carvão) ou celulose. A produtividade foi de 45 m^3 por ha/ano, valendo R$ 45,00 por m^3. O espaçamento foi de 3 x 2 m (1667 plantas por ha). Detalhes sobre os custos, bem como as receitas obtidas podem ser verificados nas Tabelas 1 e 2.

Na pecuária de corte foi considerada a aquisição de novilhos de 18 meses e venda a cada dois anos, com reposição, valendo R$ 93,00 a arroba, durante 12 anos para a obtenção de dados médios. Embora o sistema de produção avaliado seja o extensivo, foram acrescentadas algumas tecnologias como a cerca elétrica, por exemplo, trazendo redução de custos. Detalhes sobre os custos podem ser verificados nas Tabelas 3 e 4

Para todos os equipamentos, semoventes, tralhas e instalações humanas e pecuárias foram calculadas as devidas depreciações. O resultado foi R$ 6,20 por ha, que, nesse capítulo, foi utilizado para todas as discussões e cálculos relacionados à pecuária de corte.

Para elaboração do fluxo de caixa, tanto para o eucalipto solteiro, quanto para a pecuária de corte, os dados das Tabelas 1 a 4 foram computados anualmente.

No eucalipto a receita prevista foi de R$ 14.175,00 e os custos R$ 3.613,28, resultando em um saldo acumulado de R$ 10.561,72. Enquanto para a pecuária, a receita foi de R$ 8.370,00, os custos de R$ 7.500,74 e o saldo acumulado de R$ 869,26.

Os resultados dos critérios adotados indicam que a pecuária de corte extensiva está se descapitalizando ao longo do tempo, tendo em vista o valor negativo do VPL para esta atividade (Tabela 5). Observa-se uma taxa de retorno do investimento prevista (4,3%) mais baixa do que até mesmo um dos investimentos com a rentabilidade mais baixa do momento, a poupança.

Tabela 1. Composição dos custos de implantação de um ha de eucalipto por operação, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, espaçamento 3 x 2 m (1667 plantas por ha).

Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
	hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
Projeto e topografia											20,00
Constr. estradas e aceiros	0,64	69,00	44,16								44,16
	0,08	170,00	13,60								13,60
Gradagem pesada	0,50	44,00	22,00								22,00
1º combate a formigas				7,50	4,00	30,00	Formicida gran. (kg)	6,00	7,50	45,00	75,00
Alinhamento/balizamento				10,80	4,00	43,20					43,20
Mistura de corretivos				1,17	4,00	4,68	Fosf. nat. (kg)	400,00	0,70	280,00	284,68
Distribuição corretivos	0,25	16,80	4,20								4,20
Gradagem *bedding*	0,25	44,00	11,00								11,00
Coveamento				13,00	4,00	52,00					52,00
Distribuição de adubos na cova	0,09	16,80	1,51	5,00	4,00	20,00	NPK(6-30-6) (kg)	250,00	0,90	225,00	246,51
							KCl	165,00	1,20	198,00	198,00
Distribuição de cupinicida cova				5,00	4,00	20,00	Cupinicida (kg)	2,50	7,50	18,75	38,75
Mistura adubo/cupinicida				1,50	4,00	6,00					6,00
Aplicação herb pré-emergente			70,00				Herbicida			200,00	270,00
2º combate a formigas				1,50	4,00	6,00	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	9,75
Reforma de aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
Transporte de mudas	0,15	15,70	2,36	0,60	4,00	2,40					4,76
Distribuição de mudas				7,00	4,00	28,00					28,00
Plantio				16,00	4,00	64,00	Mudas	1667,00	0,40	666,80	730,80
3º combate a formigas				0,94	4,00	3,76	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	7,51
Replantio				6,00	4,00	24,00	Mudas	167,00	0,40	66,80	90,80
Irrigação	0,30	16,80	30,00	5,00	4,00	20,00					50,00
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R$/ha)			**212,43**			**324,04**				**1707,85**	**2264,32**

hM – hora de máquina; hH – hora de mão-de-obra.

Tabela 2. Composição dos custos de manutenção de um ha de eucalipto por operação, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, espaçamento 3 x 2 m (1667 plantas por ha).

	Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
1ª Manutenção (ano 0)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00				Herbicida			24,00	59,00
	Adubo 150 g/planta 60 dias	0,27	16,80	4,54	1,60	4,00	6,40	NPK(18-00-18) (kg)	250,00	0,90	225,00	235,94
	Adubo 150 g/planta 6meses	0,27	16,80	4,54	1,60	4,00	6,40	NPK(18-00-18) (kg)	250,00	0,90	225,00	235,94
	Adubo 60 g/planta 12meses	0,27	16,80	4,54	1,60	4,00	6,40	KCl (kg)	100,00	1,20	120,00	130,94
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**62,21**			**27,20**				**609,00**	**698,41**
2ª Manutenção (ano 1)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00				Herbicida			7,00	42,00
	1ª desrama (até 4,00 m)				40,00	4,00	160,00					160,00
	Adubo 150 g/planta 24meses	0,27	16,80	4,54	1,60	4,00	6,40	NPK(18-00-18) (kg)	250,00	0,90	225,00	235,94
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**53,14**			**174,40**				**247,00**	**474,54**
3ª Man. (ano 2)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**8,00**				**15,00**	**36,60**
4ª Man. (ano 3)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	4,51	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	19,51
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**4,51**				**15,00**	**33,11**
5ª Man. (ano 4)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	4,51	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	19,51
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**4,51**				**15,00**	**33,11**

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Operação		Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
6ª Man. (ano 5)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**8,00**				**15,00**	**36,60**
7ª Man. (ano 6)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**8,00**				**15,00**	**36,60**
CUSTO DE MANUTENÇÃO (R$/ha)				**183,34**			**234,62**				**931,00**	**1348,96**
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R$/ha)				**395,77**			**558,66**				**2638,85**	**3613,28**

hM – hora de máquina; hH – hora de mão-de-obra.

Tabela 3. Composição dos custos de formação, manutenção e infraestrutura de um ha de pasto (braquiária) por operação, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos.

Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
	hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
Formação de pastagem (ano 0)											
1ª gradagem aradora	0,99	53,00	52,47								52,47
2ª gradagem aradora	0,83	53,00	43,99								43,99
Gradagem de nivelamento	0,50	53,00	26,50								26,50
Semeadura e adubação	0,50	16,80	8,40				Super simples (kg)	100,00	0,70	70,00	78,40
							Fosfato natural (kg)	400,00	0,69	276,00	276,00
							Semente (kg)	7,00	20,00	140,00	140,00
Gradagem de incorporação	0,5	53,00	26,50								26,50
CUSTO (R$/ha)			**157,86**			**0,00**				**486,00**	**643,86**

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
	hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
Manutenção de pastagens (ano 10)											
Mistura de corretivos e adubos				1,40	4,00	5,60					5,60
Distribuição de corretivos e adubos	0,50	16,80	8,40				Calcário (t)	1,00	75,00	75,00	83,40
							Fostato natural (kg)	300,00	0,69	207,00	207,00
							Super simples (kg)	200,00	0,70	140,00	140,00
							Clor. de potássio (kg)	80,00	1,20	96,00	96,00
Combate a cupins				0,83	4,00	3,32	Cupinicida (kg)	2,50	7,50	18,75	22,07
Roçada				7,50	4,00	30,00					30,00
CUSTO (R$/ha)			**8,40**			**38,92**				**536,75**	**584,07**
Infra-estrutura (ano 0)											
Construção de euca-cercas (elétrica)**				5,33	4,00	21,32	Arame (m)	160,00	0,20	32,00	53,32
							Acessórios (m)	160,00	0,13	20,16	20,16
Instal. de aguadas (10600 L; 50 ha)				2,17	4,00	8,68	Bebedouro inst. (un)		600	0,00	8,68
		36,4	0,00	3,33	4,00	13,32	Rede hidráulica (m)		0,83	0,00	13,32
Saleiras				1,8	4,00	7,20	Materiais - postes	13,00	12,00	156,00	163,20
CUSTO (R$/ha)			**0,00**			**50,52**				**208,16**	**258,68**
CUSTO TOTAL (R$/ha)			**166,26**			**89,44**				**1230,91**	**1486,61**

** cálculos baseados em piquetes de 25 ha e cerca de dois fios (4 km); hM – hora de máquina; hH – hora de mão-de-obra.

Tabela 4. Composição dos custos de insumos, mão-de-obra e aquisição de animais para um ha de pecuária de corte.

Especificação	Unidade	R$/Unidade	Qte/UA	CUSTO (R$/ha)
Insumos				
Vacina anti-aftosa (2x/ano)	Dose	1,50	2,00	3,00
Vacina anti-carbúnculo (1x/ano)	Dose	0,25	1,00	0,25
Vermífugo (2x/ano)	ml		12,00	0,00
Sal mineral (60g/UA/dia)	kg	0,60	21,63	12,98
Carrapaticida/bernicida/vermífugo	ml	0,30	6,00	1,80
CUSTO (R$/ha)				**18,03**
Mão-de-obra				
Vaqueiro (1 homem/300 animais)	H	1000,00	0,003	3,33
CUSTO (R$/ha)				**3,33**
Animais				
Aquisição de novilhos de 18 meses**	cabeça	1040,00	1,00	1040,00
CUSTO (R$/ha)				**1040,00**
CUSTO TOTAL (R$/ha)				**1061,36**

** periodicidade bianual.

Tabela 5. Critérios de análise de investimento adotados, a uma taxa de juros de 12%, para eucalipto (horizonte de 7 anos) e pecuária de corte em sistema de produção tradicional com entradas e saídas bianuais (horizonte de 13 anos).

Sistema de produção	VPL (R$/ha)	TIR (%)	BC
Eucalipto	719,26	26,8	2,05
Pecuária de corte	-2.806,66	4,3	0,83

Por outro lado, os plantios homogêneos de eucalipto superam várias vezes o retorno do investimento em pecuária de corte, apresentando TIR de 26,8%, VPL positivo e R$ 2,00 de retorno a cada real investido.

Havendo mercado para colocação da madeira, cultivar eucalipto é, sem dúvida, melhor negócio do que pecuária de corte. Esse fato é facilmente percebido nos municípios próximos às indústrias de papel e celulose, como é o caso do polo industrial de Três Lagoas e região, onde grandes extensões de pastagens degradadas ou em estágio de degradação têm sido convertidas para a eucaliptocultura.

No entanto, o direcionamento integral das terras de determinada região para investimentos em monocultivo não é uma boa recomendação independentemente da espécie cultivada, não apenas pelos riscos de variações de mercado consumidor e clima, mas também por questões sociais envolvidas no processo, a exemplo do êxodo rural e a redução de postos de trabalho para pessoas que não se adaptam a outras atividades.

Para superar esses problemas, têm sido divulgados com vigor os sistemas agroflorestais. Nelas podemos destacar como grandes vantagens:

a) O produtor pode manter sua atividade tradicional, ou seja, não precisa deixar de ser pecuarista ou silvicultor;

b) Redução dos riscos de perda de produção ou entressafras devido a variações ambientais;

c) Melhoria do fluxo de caixa e da aplicação da mão-de-obra;

d) Suporte às variações mercadológicas de consumo.

Mais detalhes sobre esse assunto podem ser encontrados em www.do.ufgd.edu.br/omardaniel e www.do.ufgd.edu.br/gesaf.

Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte

Serão apresentadas a seguir duas modalidades de sistemas silvipastoris, considerando alterações na densidade de árvores de eucalipto por hectare, mantendo para a pecuária de corte o sistema rotacionado.

Como já discutimos anteriormente, por recomendarmos estes sistemas para foco prioritário em produção de madeira sólida, não faremos apresentações de sistemas silvipastoris exclusivos para outros usos da madeira, como energia ou celulose por exemplo.

A pastagem é semeada nas entrelinhas das árvores, evitando-se todavia, no primeiro ano, a invasão das gramíneas nos espaços de um metro nas laterais das linhas das árvores. O eucalipto é sensível à competição especialmente com as braquiárias.

O ciclo do sistema, baseado na rotação das árvores é de 12 anos, enquanto a rotação dos animais é bianual, utilizando-se bovinos de 18 meses, entrando com 5 @ e saindo com 15 @. A forrageira considerada é a braquiária. Os dois sistemas apresentados a seguir servem de exemplo para debater a viabilidade da integração, existindo inúmeras possibilidades de consórcio que o investidor deverá avaliar antes de tomar iniciativa de entrar nessa atividade.

Foi incorporada a depreciação para todos os equipamentos, semoventes, tralhas e instalações humanas e pecuárias foram calculadas as devidas depreciações.

Sistema silvipastoril de baixa densidade arbórea

Nos cálculos para esse sistema foi considerada densidade arbórea de 250 indivíduos por hectare. O espaçamento entrelinhas é de 10 m e entre árvores de 4 m (Figura 1).



Foto: Omar Daniel

Figura 1. Sistema silvipastoril eucalipto de baixa densidade arbórea (híbrido urograndis – I 244) e gado de leite, (espaçamento 10 x 4 m), gramíneas *Urochloa brizantha* e *U. decumbens*, com quatro anos de idade no Assentamento Fazenda Lagoa Grande, Dourados-MS.

Para o componente pecuário consideramos a composição dos custos de formação, manutenção e infraestrutura de um ha de pasto (braquiária), a mesma da Tabela 3. Entretanto, no que se refere à composição dos custos com insumos, mão-de-obra e aquisição de animais, os valores da Tabela 4 foram multiplicados por quatro, considerando-se o uso de tecnologia suficiente para manter uma média de quatro UA/ha, resultando, portanto, em R$ 4.245,44 por ha. Para o caso de se desejar realizar cálculos com valores de UA/ha diferentes, basta fazer a proporção sobre a Tabela 4.

Para elaboração do fluxo de caixa, considerando o sistema como um todo, ou seja, eucalipto e bovinos, esses dados e mais os das Tabelas 6 e 7 foram computados anualmente. A receita prevista, em um ciclo de 12 anos, foi de R$ 43.200,00 e os custos R$ 25.592,86, resultando em um saldo acumulado de R$ 17.607,14 / ha.

Pode-se identificar nos custos expostos na Tabela 7, as operações de desrama. Ela tem a finalidade de elevar o valor da madeira sólida, por reduzir a presença dos nós mortos. Se não houver interesse nos resultados dessa técnica, esta pode facilmente ser eliminada dos custos de manutenção do eucalipto.

Os resultados dos critérios adotados indicam que o sistema silvipastoril adotado (250 árvores por ha e sistema rotacionado para a pecuária de corte, em horizonte de 12 anos), permite retorno financeiro superior à pecuária convencional, embora não supere o cultivo do eucalipto em plantio homogêneo. O VPL para esta atividade foi positivo (VPL = R$ 1.831,01), com taxa de retorno do investimento prevista (TIR = 15,5%) superior aos 12% utilizados como taxa de juros e mais de três vezes maior do que aquela de 4,3% obtida para a pecuária extensiva. A razão benefício/custo (B/C) também foi superior, atingindo 1,12.

Estes resultados são suficientes para darem ao sistema silvipastoril, mesmo com baixa densidade de árvores de eucalipto, vantagem em relação ao sistema tradicional de pecuária de corte. É preciso lembrar, no entanto, que o montante do investimento a ser feito nesse sistema também é várias vezes superior que na pecuária tradicional.

A seguir serão apresentadas situações com diferenças ainda mais favoráveis ao sistema silvipastoril, em contraponto à pecuária convencional e também superiores ao cultivo homogêneo de eucalipto.

Tabela 6. Composição dos custos de implantação de um ha de eucalipto por operação, em sistema silvipastoril, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, em espaçamento 10 x 4 m (250 plantas por ha).

Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
	hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
Projeto e topografia											18,95
Constr. estradas e aceiros	0,64	69,00	44,16								44,16
	0,08	170,00	13,60								13,60
Gradagem Rome	0,50	44,00	22,00								22,00
1º combate a formigas				7,50	4,00	30,00	Formicida gran. (kg)	6,00	7,50	45,00	75,00
Alinhamento/balizamento				1,78	4,00	7,12					7,12
Mistura de corretivos				1,17	4,00	4,68	Fosf. nat. (kg)	400,00	0,70	280,00	284,68
Distribuição corretivos	0,25	16,80	4,20								4,20
Gradagem *bedding*	0,25	44,00	11,00								11,00
Coveamento				2,14	4,00	8,56					8,56
Distribuição de adubos na cova	0,09	16,80	1,51	0,83	4,00	3,32	NPK(6-30-6) (kg)	38,00	0,90	34,20	39,03
							KCl	25,00	1,20	30,00	30,00
Distribuição de cupinicida cova				0,83	4,00	3,32	Cupinicida (kg)	2,50	7,50	18,75	22,07
Mistura adubo/cupinicida				1,50	4,00	6,00					6,00
Aplicação herb pré-emergente			35,00				Goal			66,00	101,00
2º combate a formigas				1,50	4,00	6,00	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	9,75
Reforma de aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
Transporte de mudas	0,15	15,70	2,36	0,60	4,00	2,40					4,76
Distribuição de mudas				1,25	4,00	5,00					5,00
Plantio				2,76	4,00	11,04	Mudas	250,00	0,40	100,00	111,04
3º combate a formigas				0,94	4,00	3,76	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	7,51
Replantio				1,00	4,00	4,00	Mudas	25,00	0,40	10,00	14,00
Irrigação	0,30	16,80	5,04	0,75	4,00	3,00					8,04
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R$/ha)			**152,47**			**98,20**				**591,45**	**861,06**

Tabela 7. Composição dos custos de manutenção de um ha de eucalipto por operação, em sistema silvipastoril, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, em espaçamento 10 x 4 m (250 plantas por ha).

	Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
1ª Manutenção (ano 0)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	Adubo 150 g/planta 60 dias	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	42,11
	Adubo 150 g/planta 6 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	36,63
	Adubo 60 g/planta 12 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	KCl (kg)	15,00	1,20	18,00	20,43
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr. (kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**53,14**			**10,76**				**108,40**	**172,30**
2ª Manutenção (ano 1)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	1ª desrama (até 4,00 m)				6,00	4,00	24,00					24,00
	Adubo 150 g/planta 24 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	36,63
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr. (kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**50,11**			**32,92**				**56,20**	**139,23**
3ª Man. (ano 2)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	2ª desrama (até 6,00 m)				29,00	4,00	116,00					116,00
	conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr. (kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**48,60**			**124,00**				**22,00**	**194,60**
4ª Man. (ano 3)	3ª desrama (até 8,00 m)				29,00	4,00	116,00					116,00
	conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr. (kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**124,00**				**15,00**	**152,60**

Continua...

Tabela 7. Continuação.

	Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
5ª à 11ª Man. (anos 4 a 11)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTOS ANUAIS (R$/ha)			**13,60**			**8,00**				**15,00**	**36,60**
CUSTO DE MANUTENÇÃO (R$/ha)				**274,25**			**355,68**				**321,60**	**951,53**
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R$/ha)				**426,72**			**453,88**				**913,05**	**1793,65**

Sistema silvipastoril de alta densidade arbórea

Para esse sistema foi considerada densidade arbórea de 755 indivíduos por hectare. O espaçamento dentro de aleias triplas é 3 x 2 m e entre aleias de 16 m. Especialmente o espaçamento entre aleias deve ser escolhido com cuidado, procurando, entre outros critérios técnicos, verificar a arquitetura das copas, podendo tender a diminuir naquelas mais transparentes para luz e aumentar nas de copas mais densas (Figura 2). Os custos estão descritos nas Tabelas 8 e 9.

Fotos: Omar Daniel e Natália A. Salles



Figura 2. (A) Sistema silvipastoril com eucalipto (híbridos: urograndis – I 244, esquerda; (B): grancam – I 1277, direita) e gado de corte, de alta densidade arbórea [espaçamento variado de 16 a 27 m (entre aleias) x 3 x 1,85 m (entre linhas e plantas)], gramínea *Urochloa brizantha*, com dois anos de idade, Fazenda São Paulo, Ivinhema-MS

Em função da maior densidade e sempre com foco comercial na produção de madeira sólida, no espaçamento adotado, há necessidade de realização de desbastes.

Estes são colheitas que se realizarão aproximadamente aos quatro e aos oito anos de idade (períodos que devem ser definidos por meio de inventário florestal), com algumas finalidades principais: a) retirar indivíduos para dar espaço ao crescimento das árvores remanescentes; b) antecipar receita antes do corte final; c) evitar mortalidade por competição; d) permitir melhor desenvolvimento da forrageira nas proximidades das árvores.

Além disso, pode-se observar na Tabela 9 os custos das desramas, lembrando que estes variam bastante para cada região.

No componente pecuário consideramos a composição dos custos de formação, manutenção e infraestrutura de um hectare de pasto (braquiária), como sendo a mesma da Tabela 3. Entretanto, no que se refere à composição dos custos com insumos, mão-de-obra e aquisição de animais, utilizamos os valores da Tabela 4 multiplicados por quatro, atentando para o uso de tecnologia suficiente para manter uma média de quatro UA/ha, resultando, portanto, em R$ 4.245,44 / ha. Para o caso de se desejar realizar cálculos com valores de UA/ha diferentes, basta fazer a proporção sobre a Tabela 4.

Para elaboração do fluxo de caixa, considerando o sistema como um todo, ou seja, eucalipto e bovinos, esses dados e mais os das Tabelas 8 e 9 foram computados anualmente. A receita prevista, em um ciclo de 12 anos, foi de R$ 80.746,10 e os custos R$ 26.268,06, resultando em um saldo acumulado de R$ 54.478,04 / ha.

Os critérios adotados indicam que a composição com 755 árvores por ha e sistema rotacionado para a pecuária de corte, em horizonte de 12 anos, permite retorno financeiro superior à pecuária convencional, ao plantio homogêneo de eucalipto e ao sistema silvipastoril de baixa densidade arbórea (250 árvores).

O VPL para esta atividade foi positivo (VPL = R$ 14.241,58), com taxa de retorno do investimento prevista (TIR = 29,3%), mais do que o dobro dos 12% utilizados como taxa de juros, 6,8 vezes maior do que aquela de 4,3% obtida para a pecuária extensiva e o dobro da TIR obtida no sistema silvipastoril de baixa densidade previamente analisado. A razão benefício/custo (B/C) também foi superior, atingindo 1,86.

Este sistema silvipastoril com 755 árvores por hectare apresenta alta viabilidade econômica, possibilitando manter a atividade pecuária, incluindo a atividade florestal, em uma união que eleva a rentabilidade de cada unidade de área várias vezes, quando comparado aos sistemas tradicionais de plantio de eucalipto e criação de bovinos de corte. Assim como no sistema silvipastoril de baixa densidade arbórea, é preciso lembrar que o investimento a ser feito também é mais elevado.

Tabela 8. Composição dos custos de implantação de um ha de eucalipto por operação, em sistema silvipastoril, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, em espaçamento 16 x 3 x 2 m (755 plantas por ha) e dois desbastes previstos para 4 e 8 anos.

Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
	hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
Projeto e topografia											30,75
Constr. estradas e aceiros	0,64	69,00	44,16								44,16
	0,08	170,00	13,60								13,60
Gradagem pesada	0,50	44,00	22,00								22,00
1º combate a formigas				7,50	4,00	30,00	Formicida gran. (kg)	6,00	7,50	45,00	75,00
Alinhamento/balizamento				4,90	4,00	19,60					19,60
Mistura de corretivos				1,17	4,00	4,68	Fosf. nat. (kg)	400,00	0,70	280,00	284,68
Distribuição corretivos	0,25	16,80	4,20								4,20
Gradagem Bedding	0,25	44,00	11,00								11,00
Coveamento				6,50	4,00	26,00					26,00
Distribuição de adubos na cova	0,27	16,80	4,54	2,50	4,00	10,00	NPK(6-30-6) (kg)	115,00	0,90	103,50	118,04
							KCl	75,00	1,20	90,00	90,00
Distribuição de cupinicida cova				2,50	4,00	10,00	Cupinicida (kg)	2,50	7,50	18,75	28,75
Mistura adubo/cupinicida				1,50	4,00	6,00					6,00
Aplicação herb pré-emergente			105,00				Herbicida			66,00	171,00
2º combate a formigas				1,50	4,00	6,00	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	9,75
Reforma de aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
Transporte de mudas	0,15	15,70	2,36	0,60	4,00	2,40					4,76
Distribuição de mudas				3,80	4,00	15,20					15,20
Plantio				8,30	4,00	33,20	Mudas	755,00	0,40	302,00	335,20
3º combate a formigas				0,94	4,00	3,76	Formicida gran. (kg)	0,50	7,50	3,75	7,51
Replantio				3,00	4,00	12,00	Mudas	76,00	0,40	30,40	42,40
Irrigação	0,90	16,80	15,12	2,26	4,00	9,04					24,16
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R$/ha)			**235,57**			**187,88**				**943,15**	**1397,35**

Tabela 9. Composição dos custos de manutenção de um ha de eucalipto por operação, em sistema silvipastoril, considerando as atividades mecanizadas, manuais e a aplicação de insumos, em espaçamento 16 x 3 x 2 m (755 plantas por ha) e dois desbastes previstos para 4 e 8 anos.

	Operação	Mecanizado			Manual			Insumo			CUSTO	
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
1ª Manutenção (ano 0)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	Adubo 150 g/planta 60 dias	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	42,11
	Adubo 150 g/planta 6 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	36,63
	Adubo 60 g/planta 12 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	KCl (kg)	15,00	1,20	18,00	20,43
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**53,14**			**10,76**				**108,40**	**172,30**
2ª Manutenção (ano 1)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	1ª desrama (até 4,00 m)				6,00	4,00	24,00					24,00
	Adubo 150 g/planta 24 meses	0,09	16,80	1,51	0,23	4,00	0,92	NPK(18-00-18) (kg)	38,00	0,90	34,20	36,63
	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**50,11**			**32,92**				**56,20**	**139,23**
3ª Man. (ano 2)	Aplicação de herbicida pós-emergente			35,00	0,00	4,00	0,00	Herbicida			7,00	42,00
	2ª desrama (até 6,00 m)				29,00	4,00	116,00					116,00
	conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**48,60**			**124,00**				**22,00**	**194,60**
4ª Man. (ano 3)	3ª desrama (até 8,00 m)				29,00	4,00	116,00					116,00
	conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTO (R$/ha)			**13,60**			**124,00**				**15,00**	**152,60**

Continua...

Tabela 9. Continuação.

	Operação	Mecanizado			Manual			Insumo				CUSTO
		hM/ha	R$/hM	R$/ha	hH/ha	R$/hH	R$/ha	Especificação	Qte/ha	R$/Un	R$/ha	R$/ha
5ª à 11ª Man. (anos 4 a 11)	Conservação de estradas e aceiros	0,08	170,00	13,60								13,60
	Combate a formigas				2,00	4,00	8,00	Formicida gr.(kg)	2,00	7,50	15,00	23,00
	CUSTOS ANUAIS (R$/ha)			**13,60**			**8,00**				**15,00**	**36,60**
CUSTO DE MANUTENÇÃO (R$/ha)				**274,25**			**355,68**				**321,60**	**951,53**
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R$/ha)				**426,72**			**453,88**				**913,05**	**1793,65**

Comentários finais

A pecuária extensiva tem se descapitalizado gradativamente, em função dos baixos preços da carne pagos ao produtor, dos elevados custos de produção e da baixa capacidade de suporte das pastagens, particularmente no bioma Cerrado.

Como alternativa de aumento da rentabilidade nessas regiões, usualmente com solos de baixa fertilidade e invernos secos, têm se destacado os sistemas silvipastoris. Nas análises econômicas apresentadas, que consideram o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e a razão benefício/custo (B/C), os sistemas silvipastoris, tanto com baixa densidade de árvores (250), quanto em alta densidade (755), demonstram ser uma boa alternativa para superar a crise de sustentabilidade da atividade pecuária.

Havendo possibilidade de captar-se recursos para investimento, os indicadores levam a crer que a conversão da atividade pastoril para a silvipastoril torna-se uma alternativa sustentável de produção, que permite a capitalização do produtor e o reinvestimento na recuperação da capacidade de suporte dos solos.

Ao mesmo tempo que traz o equilíbrio financeiro ao produtor, também traz consigo a manutenção de postos de trabalho na zona rural, a valorização da remuneração dos trabalhadores do campo, a redução do êxodo rural provocado pelo monocultivo, melhorias na conservação ambiental de solos e águas, a possibilidade de formação de novos polos industriais consumidores de madeira e muitos outros benefícios.

Referências

DANIEL, O. Viabilidade econômica de um sistema agrissilvipastoril para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2010.

HEID, D. M.; DANIEL, O.; PADOVAN, M. P.; VITORINO, A. C. T.; FREITAS, M. E. Atributos físicos e teor de matéria orgânica de sistemas agroflorestais biodiversos em um Neossolo Quartzarênico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 4., 2010, São Luiz, MA. **Resumos**... São Luiz: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2010. p. 1-5.

PEZARICO, C.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40-47, jan./mar. 2013.

PEZZONI, T.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O.; LEMPP, B. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapt em sistema silvipastoril. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 293-301, abr./jun. 2012.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 931-936, nov./dez. 2005.



Capítulo 32

Benefícios da sombra em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta nos trópicos

Fabiana Villa Alves
Nivaldo Karvatte Junior

Introdução

Com aproximadamente dois terços do rebanho localizado em zona intertropical (Figura 1) e sistemas de produção quase que exclusivamente a pasto (FERRAZ E FELICIO, 2010), o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina no mundo.

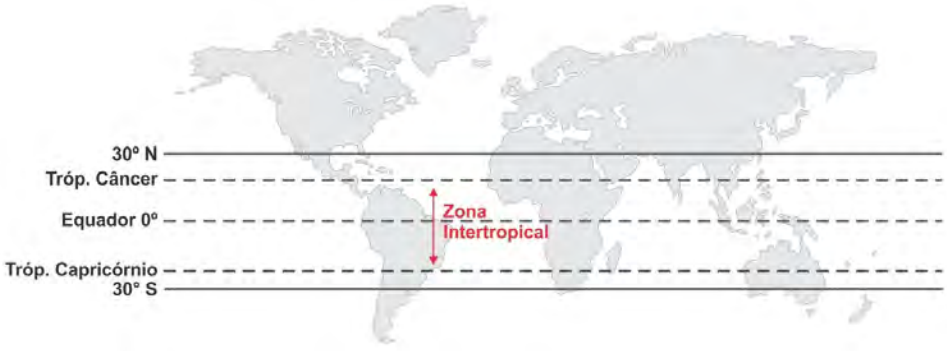


Figura 1. Localização da Zona Climática intertropical.

Sendo a principal atividade agropecuária em muitos Estados do País, a bovinocultura de corte participa na economia brasileira com 1% no Produto Interno Bruto (PIB), proveniente de um rebanho de 218,2 milhões de cabeças que geram um faturamento de aproximadamente 5,5 bilhões de dólares (GOLONI e MOITA, 2010; ABIEC, 2016; IBGE, 2017). Entretanto, apesar de a carne produzida a pasto ("grass-fed beef") ser um diferencial qualitativo, principalmente para o mercado externo, a ação dos efeitos climáticos sobre os animais condiciona-os a situações alarmantes de desconforto térmico, principalmente devido a constante exposição a elevados níveis de radiação solar durante grande parte do ano (PORFíRIO DA SILVA, 2003; KARVATTE JUNIOR et al. 2016).

Em termos de bem-estar animal, o principal e mais importante fator a ser contornado em países tropicais é o efeito do clima sobre os animais. Prolongados períodos de exposição à altas temperaturas do ar e baixa umidade relativa, forçam os animais a desencadearem tentativas contínuas de adaptação (MADER et al., 2010). Uma das consequências é o menor consumo de forragem, seguido por um declínio na secreção de hormônios calorigênicos (hormônio do crescimento, catecolaminas e glicocorticoides, em particular), com o intuito de se diminuir os processos termogênicos (i.e., de produção de calor) resultantes da digestão e metabolismo (NARDONE et al., 2010; VAN LAER et al., 2015). Nestas condições, o metabolismo animal tende a mobilizar reservas energéticas do tecido adiposo e músculo-esquelético para manter-se em equilíbrio com o meio, com declínio no crescimento e produção (BERNABUCCI et al. 2010; VAN LAER et al., 2015).

Mudanças nos tempos de pastejo e ruminação, movimentação excessiva do rebanho, animais deitados por longos períodos, agrupamento nos extremos do piquete e ingestão frequente de água, podem ser sinais de estresse térmico (LOPES et al. 2016).

Dentre as medidas protetivas contra os efeitos climáticos, a sombra natural é a mais recomendada para evitar a transferência de calor em sistemas de produção a pasto (GURGEL et al., 2012; ABREU-HARBICH et al. 2015; KARVATTE JUNIOR et al., 2016) (Figura 2).



Foto: Nivaldo Karvatte Junior

Figura 2. Bovinos em busca de sombra em sistema de produção extensivo tradicional.

As árvores promovem alterações microclimáticas que se traduzem no arrefecimento do ambiente, transformando a energia solar direta interceptada em energia química latente (SILVA, 2006; KONARSKA et al., 2014; TAKÁCS et al. 2016), com redução da incidência de radiação solar sob a copa e estabelecimento de um microclima mais agradável, tanto durante o dia, quanto à noite (RODRIGUES et al. 2010; ABREU-HARBICH et al. 2015; KARVATTE JUNIOR et al., 2016).

De acordo Giro et al. (2019), animais com acesso à sombra natural se beneficiam do ambiente mais ameno, com maior conforto térmico, além de favorecer o uso racional dos recursos naturais. Em estudo avaliando o efeito da sombra no comportamento de bovinos de corte, tais autores observaram, animais produzidos em sistema em integração lavoura-pecuária-floresta, buscaram preferencialmente a sombra, enquanto houve uma redução de 23% na frequência de procura por água. Neste mesmo sentido, Souza et al. (2019) observaram que, embora submetidas a estresse moderado, novilhas Girolando em pastagens sombreadas com eucalipto apresentaram temperaturas internas corporais mais baixas, maior período de pastejo diurno e menor tempo de consumo de água.

De fato, para Oliveira et al. (2017), a presença de sombra natural em sistemas de produção a pasto oferece melhores condições de conforto aos animais. Ao comparar o microclima e conforto térmico de sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta, com diferentes densidades de árvores, os autores observaram uma redução de 3,4 unidades no Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) no sistema com maior densidade de árvores (ITGU = 77), comparado a condição de sol pleno (ITGU=80,4).

O microclima em sistema com integração lavoura-pecuária-floresta

A combinação dos diferentes parâmetros climáticos e seus efeitos sob o microclima são maiores e mais efetivos em regiões próximas à linha do Equador, onde a quantidade de radiação solar que chega à superfície terrestre atinge valores máximos e constantes ao longo do ano. A quantidade e intensidade de incidência dependente principalmente da latitude (posição geográfica local) e da elevação solar, apresentando pico máximo quando o Zenith solar atinge máxima elevação (Figura 3).

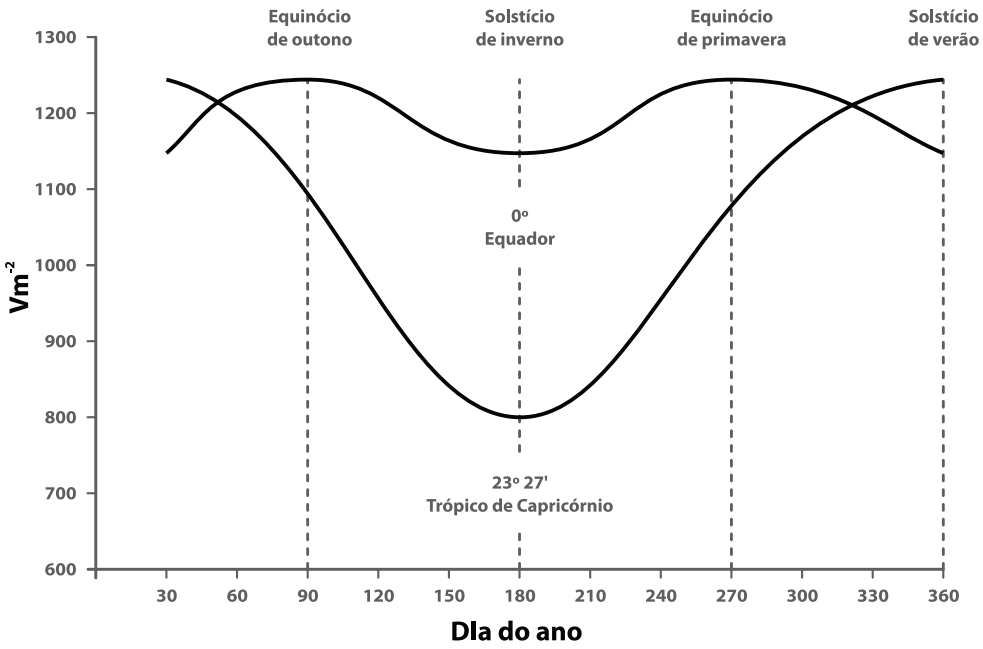


Figura 3. Estimativa da variação da intensidade da radiação solar que atinge a superfície terrestre na faixa intertropical do Hemisfério Sul no nível do mar, considerando um valor m = secΨ para a massa atmosférica, ausência de nuvens e coeficiente de turbidez atmosférica t = 0,1. Fonte: Silva, 2006.

Ao atravessar a atmosfera, a radiação solar é dividida entre os espectros ultravioleta (UV) e visível infravermelho (IV) que, juntos, perfazem 45% da energia emitida, com níveis máximos de intensidade energética de 5% para radiação UV e de 50% para radiação IV (HODDER et al., 2007). Estas, são influenciadas pela absorção, transmissão e reflexão da luz por partículas e vapor d'água constituintes da atmosfera, como também da cobertura por nuvens, que afeta a intensidade e proporção de radiação solar direta (proveniente do sol) que atinge o solo (DANGEL et al., 2015) (Figura 3).

Assim, a zona intertropical, ilustrada na Figura 1, é aquela que apresenta maior intensidade de radiação solar, pois o sol se posiciona no zênite, isto é, perpendicularmente sobre a superfície terrestre, em alguma época do ano (SILVA, 2006). No Brasil, apesar dos diferentes tipos climáticos e características ambientais do território, a irradiação solar é

alta e bastante uniforme durante todo o ano. Valores máximos de até 6,5 kWh/m2/dia são encontrados para o semiárido nordestino, Norte de Minas Gerais, Nordeste de Goiás e Sul de Tocantins, e mínimos de 4,5 kWh/m2/dia, para as regiões costeiras dos estados mais ao Sul do país (Norte de Santa Catarina, Paraná e Sul de São Paulo) (MARTINS et al., 2008).

A região central do Brasil, também denominada "Brasil pecuário", é a que recebe maior incidência de radiação solar. Em determinadas épocas do ano são registrados valores superiores a 1.000 Wm^{-2}, com comprimento de ondas (curtas) que variam em torno de 250-2.500 nm durante os meses de verão (solstício), reduzindo consideravelmente (800 Wm-2 ou menos) no restante do ano (SILVA, 2006; AGGARWAL e UPADHYAY, 2013). Durante as estações secas, particularmente entre os meses de julho e setembro, quando a precipitação é baixa e o número de dias com céu claro, com poucas nuvens, alto, a ação dos efeitos climáticos é ainda maior (MARTINS et al., 2007). Esta condição pode ser considerada uma grande vantagem em termos do crescimento de árvores e pastagens, porém diminui o conforto térmico de animais criados a céu aberto, sendo necessários abrigos, naturais ou artificiais, como medida de proteção contra a radiação solar excessiva (SILVA, 2006; GLASER, 2008).

Desse modo, ao modificarem a superfície onde estão instalados pela presença de árvores, os sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris alteram a transferência de radiação solar por meio do sombreamento (restringindo a incidência de radiação) e da reflexão de radiação pelas copas das árvores (PORFÍRIO da SILVA et al., 2004). A presença de árvores desempenha papel importante no fluxo de calor latente e sensível diurno, devido ao aproveitamento de uma fração da radiação solar que incide no sub-bosque (Figura 4). Esta fração, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), corresponde ao fluxo de fótons na faixa de 400 a 700 nm do espectro solar, e é responsável pelo controle da umidade relativa e temperatura do ar no local sombreado.



Figura 4. Foto ilustrativa da interceptação de radiação solar pela copa das árvores em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucaliptos. Fonte: Nivaldo Karvatte Junior.

Pezzopane et al. (2014), ao avaliarem as condições microclimáticas e o armazenamento de umidade no solo em sistema silvipastoril, observaram que a presença de árvores colabora para a redução de 40% na RFA à sombra, em relação ao pleno sol. Para Karvatte Junior et al. (2013), sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta com renques de eucaliptos, promovem redução da RFA de até 46,2% ,quando comparado a sistemas integrados com árvores nativas. Estes resultados reforçam a importância do componente florestal em sistemas de produção a pasto, como medida para melhorar o microclima e a sensação de bem-estar e conforto térmico animal (PROMIS et al., 2009; WALL et al, 2010; ZHANG et al., 2015; KARVATTE JUNIOR et al., 2016).

O microclima é influenciado pelas variações climáticas que ocorrem no entorno florestal e acima das copas. Entretanto, em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta, os efeitos climáticos apresentam menor variabilidade anual e sazonal, refletindo em temperaturas mínimas mais elevadas e temperaturas máximas mais amenas (EWES et al., 2013). Nestes sistemas, a luz que penetra através da cobertura das árvores sofre significativa modificação seletiva (SCHUMACHER e POGGIANI, 1993). De fato, em geral, áreas de florestas possuem temperatura mais amena, pois absorvem mais radiação que áreas de pastagem, refletindo menor quantidade de radiação solar incidente (13% vs 18%). Tal fenômeno é devido ao maior aprisionamento de radiação, resultado das múltiplas reflexões no profundo dossel (Figura 5) (PORFIRIO da SILVA et al., 2004).

A atenuação da radiação solar atua diretamente no balanço de energia, permitindo menor reflexão para a atmosfera e colaborando para a maior retenção da água precipitada, em comparação a sistemas convencionais (Figura 5).

Ao avaliar a transmissão de radiação solar total e direta através da copa de árvores foliadas e sem folhas, Konarska et al. (2014) observaram que no verão, árvores com copas densas e foliadas eram quase impermeáveis para a radiação solar e apenas 1-5% do feixe direto incidente e 8-15% da radiação total atingiram o solo à sombra. No inverno, a transmissividade também era baixa, e árvores decíduas sem folhas bloqueavam, em média, de 48 a 60% da componente direta. Conforme a densidade de árvores e arranjos espaciais adotados, são obtidas reduções de 3 a 9°C na temperatura do ar, com incremento de até 4,5% de umidade relativa do ar no ambiente sombreado (KARVATTE JUNIOR et al., 2016).

Além disso, mudanças nos gradientes de temperatura do ar são evidenciadas em até 50 m das árvores, mesmo em pleno sol (Figura 6).

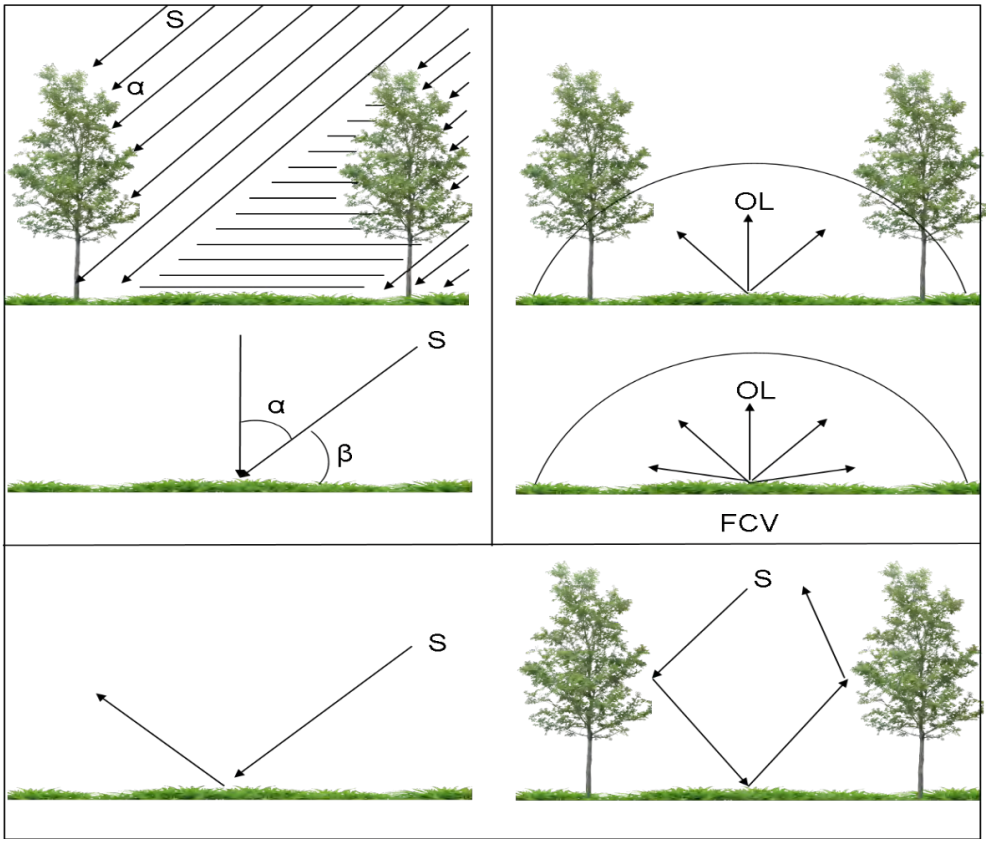


Figura 5. Influência dos renques arbóreos na transferência de radiação. Comparação da superfície com e sem renques paralelos para: a) recepção de radiação direta de ondas curtas (S), em que α é o ângulo entre a normal do plano de superfície e a direção da fração de radiação que a atinge e β é o ângulo de elevação do sol acima do horizonte; b) emissão de radiação direta de ondas longas (OL), em que a FVC é a visada da abóbada celeste, variável em função da altura e distância entre dois renques, e; c) reflexão de S. Fonte: adaptado de Porfírio da Silva et al., 2004.

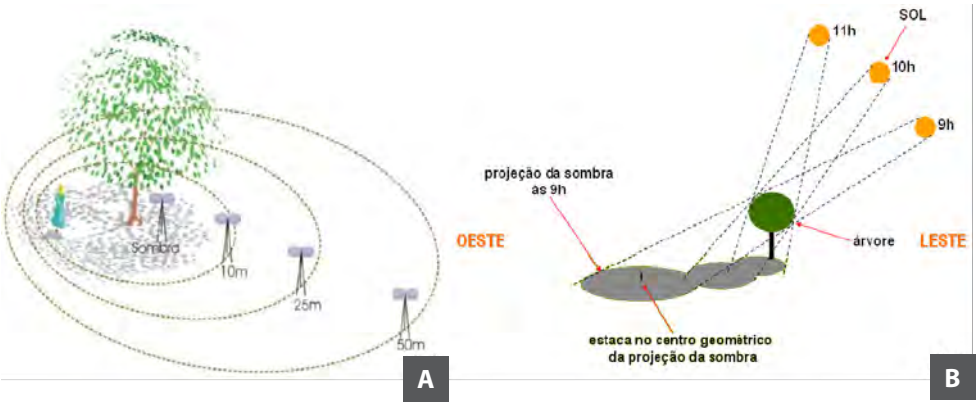


Figura 6. Influência da presença de árvores em pastagem na alteração do gradiente térmico em um raio de até 50m da copa, mesmo no pleno sol (A) e na projeção da sombra (B). Fonte: Abreu e Labaki (2010), Gurgel et al. (2012).

A extensão da modificação do microclima em sistemas de produção com árvores dependerá da espécie (ou conjunto de diferentes espécies) inserida e do arranjo espacial escolhido (KONARSKA et al., 2014; ABREU-HARBICH et al., 2015). Em sistemas compostos por árvores isoladas observam-se reduções de até 2,8 °C de temperatura do ar à sombra, ao passo que sistemas com maiores densidades de árvores, e/ou formações de bosques, a redução de temperatura do ar pode variar de 0,3 °C até 15,7 °C, principalmente nos horários de maior insolação (10h00 às 14h00) (ABREU-HARBICH et al., 2015).

As árvores proporcionam ambientes termicamente mais confortáveis aos animais, promovendo melhorias no conforto térmico ao longo do dia. Oliveira (2012), ao avaliar o conforto térmico de novilhas nelore por meio do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), encontrou situação de perigo (ITGU=80) em sistema agropastoril, sem árvores. Karvatte Junior et al. (2016), ao avaliarem o efeito da sombra sobre o microclima e conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com árvores nativas e cultivadas, observaram reduções de 2,4 a 10,2 % no Índice de Temperatura de Globo e Umidade, em relação ao pleno sol. Neste estudo, as características estruturais da copa das espécies arbóreas nativas (Cambará e Cumbaru) presentes, contribuíram para uma maior redução no ITGU, em comparação ao eucalipto.

Em condições estressantes, quando não adaptados às altas temperaturas, os animais alteram seus padrões comportamentais buscando por áreas sombreadas, preferindo aquelas com sombra natural. Porém, a utilização deste recurso pode ser limitada se o espaço de sombra for restrito ou mal dimensionado, provocando competição entre os animais (LEME et al., 2005; SCHÜTZ et al., 2010).

Schultz et al. (2010), ao estudarem a influência do tamanho da área de sombra sobre o comportamento e fisiologia de vacas leiteiras a pasto, observaram que, com disponibilidade de 9,6 m^2 de sombra por animal, as vacas gastavam 50 % do tempo exercendo suas atividades diárias neste local e apresentavam 70 % menos interações agressivas, em comparação àquelas que tiveram acesso a 2,4 m^2 de sombra por animal (24% do tempo). Silva e Maia (2013) recomendam 5,6 m2 de área de sombra por animal, o que garantiria 0,5 m de distância entre animais e evitaria "superlotação", comportamentos agonísticos e formação concentrada de barro no período chuvoso.

Em condições de sombra excessiva, a luz solar filtrada através dos dosséis das árvores é enriquecida em infravermelho, resultando em formação de ilhas de calor, podendo comprometer o bem-estar animal (WENG et al., 2004; LEUZINGER et al., 2010). Resultados preliminares obtidos com o uso da termografia por infravermelho em sistemas agroflorestais (Figura 7) revelam diferenças de 1,0 a 4,2°C de temperatura e de 3,5 a 12,7 pontos percentuais na umidade entre as superfícies das copas das árvores e da pastagem (KARVATTE JUNIOR, 2018). Segundo o autor, situações com maiores temperaturas e umidades da superfície da pastagem representam a menor condutância estomática e atividade de evapotranspiração da forrageira em função do maior estresse hídrico ao nível do solo, resultando na emissão de uma parcela de radiação (infravermelha) para o ambiente de produção.

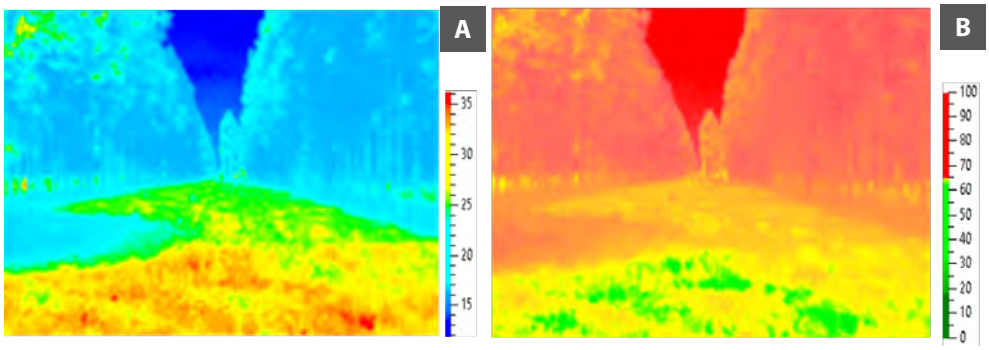


Figura 7. Temperatura (A) e umidade (B) determinadas por termografia, em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta. Foto: Nivaldo Karvatte Junior.

Neste aspecto, a espécie, dimensão da árvore, formato geométrico de sua copa e o ângulo de incidência do sol, entre outros, são fatores que determinarão a quantidade e qualidade da sombra produzida, bem como os seus benefícios (Figura 8).

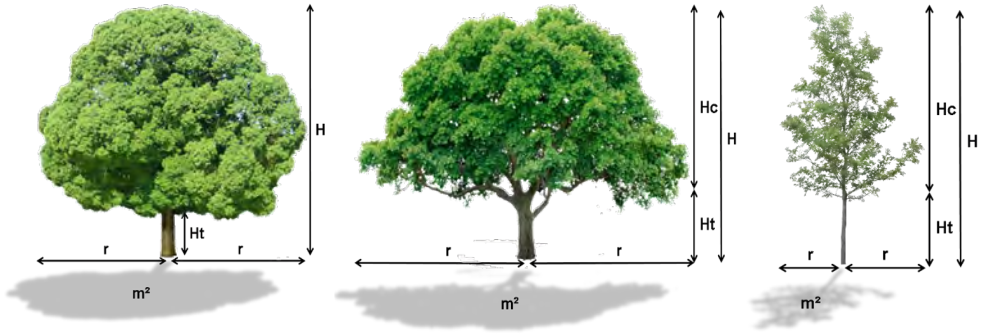


Figura 8. Projeções de sombra de espécies arbóreas com copas de diferentes formatos geométricos, em que H = altura total; Ht = altura do tronco; Hc = altura da copa; r = raio. Fonte: adaptado de Silva, 2006.

Tais considerações são muito relevantes, e pouco abordadas em outros estudos, pelo fato de que maiores ou menores latitudes locais, bem como a época do ano (primavera, verão, outono e inverno) e horário do dia, interferem no modo como a radiação solar atinge a superfície terrestre.

Domiciano et al. (2016), ao avaliarem o desempenho e o comportamento animal em sistemas de integração, observaram que a Carga Térmica de Radiação máxima (728 Wm^2) foi determinada ao sol, entre as 13h00 e 15h00, com reduções no ambiente sombreado de 11,3% durante o período de transição seca-chuvas e de 18,0% na estação chuvosa. Karvatte Junior et al. (2016) concluíram que as características intrínsecas da copa influenciam o ambiente térmico, ao observarem que sistemas com árvores nativas dispersas reduzem a Carga Térmica de Radiação em até 29,6%. Souza et al (2010) também avaliaram a CTR sob a copa de árvores de Eucalipto plantados em renques, e verificaram que a sua redução foi proporcional à altura das árvores, com diminuição em 10,2; 12,5 e 20,8%, respectivamente, para os sistemas com árvores de 8, 18 e 28m. Em sistemas com formação de pequenos bosques de Guajuvira (Patagonula americana L.), Navarini

et al. (2009) avaliando o conforto térmico de bovinos Nelore em diferentes condições de sombreamento e a pleno sol, observaram que o sombreamento provocou redução média de 11% na Carga Térmica de Radiação, quando comparada ao tratamento em pleno sol.

Apesar da maior ventilação no sub-bosque, devido à formação de vórtices derivados da diferença de temperatura entre as áreas sombreadas e não-sombreadas, a velocidade do vento pode diminuir (efeito quebra vento) de 26% a 61%, no inverno e verão, respectivamente. Com isso, também se verifica maior umidade no sub-bosque e menor amplitude térmica diária (oscilação entre as temperaturas diurnas e noturnas), resultando em melhores condições microclimáticas (NÃÃS, 1989; KARVATTE JUNIOR et al. 2016). Em sistema silvipastoril composto por renques arbóreos, os valores de temperatura do ar podem diferir em até 8°C entre as áreas sombreadas e ensolaradas (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 1998). Em condições de Cerrado, Karvatte Junior et al. (2016) relataram que sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto e árvores nativas apresentaram menor temperatura (2,7 a 8,9°C), bem como maior umidade relativa do ar (1,4 a 4,9%), quando comparados a pastagens a pleno sol, e que a maior densidade de árvores interfere na circulação dos ventos. Do mesmo modo, Lopes et al. (2016) encontraram redução de 3,2°C de temperatura e aumento de 2,7% de umidade relativa em sistemas de integração com eucalipto. Como já exposto, tais efeitos, conjuntamente, proporcionam melhor ambiente para os animais, principalmente nos meses mais quentes e secos.

A gama de espécies arbóreas com potencial de utilização para sombra em sistemas pecuários no Brasil é ampla, embora, para sistemas em integração, características de crescimento e conformação de copa compatíveis com a integração, devam ser cuidadosamente observadas, principalmente quando o enfoque é na ambiência animal (CASTRO et al., 2008). Rápido crescimento, capacidade de adaptação às condições de solo e clima das diferentes regiões tradicionalmente pecuárias, e possibilidade de diversificação de renda na propriedade, devido ao seu múltiplo uso, faz com que as espécies arbóreas mais utilizadas no Brasil em sistemas em integração sejam dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*.

O componente animal em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta

Animais em conforto térmico são capazes de manter com maior facilidade a temperatura corporal constante (homeotermia), com o mínimo de gasto energético, independente da temperatura ambiente circundante (KAMAL et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2014; SIMKOVÁ et al., 2016). Isto porque, mesmo capazes de tolerar melhor baixas temperaturas do que temperaturas elevadas, os bovinos tentam manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa de temperatura termoneutra, denominada de Zona de Conforto Térmico, que, por meio de vasodilatação (resfriamento) ou vasoconstrição (aquecimento) periférica, mantém o organismo em condições normais de sobrevivência (SILANIKOVE, 2000). Quando um animal é exposto a um ambiente em desconforto térmico, uma das primeiras reações fisiológicas é a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, que envolve mudanças em todo o sistema endócrino para a produção de glicocorticoides, atuando também na regulação do metabolismo (RENAUDEAU et al., 2012; JARA et al., 2016).

Mesmo sendo os benefícios da sombra mais evidentes em animais menos adaptados ao calor (como os europeus) do que naqueles mais adaptados (como os zebuínos), ambos se beneficiam da presença da mesma (Figura 9) (Figura 10).



Fotos: André Dominghetti Ferreira e Davi J. Bungenstab

Figura 9. Animais cruzados (brangus) confinados, sob sombra de eucalipto, e animais nelore em pastagem com árvores nativas dispersas.



Foto: Davi J. Bungenstab

Figura 10. Animais nelore em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto e capim-piatã, após 40 meses de implantação.

Quando o acesso à sombra não for disponível, os animais preferem os horários de menor radiação, pastejando até 63,7% do tempo destinado a este comportamento durante as 9h00 e 13h00 e entre 15h00 e 17h00 (FERREIRA, 2010; DOMICIANO et al., 2016). Lopes et al. (2016), ao avaliar o comportamento de novilhas leiteiras em sistemas silvipastoris com diferentes densidades e arranjos espaciais de árvores, observaram que os animais que permaneceram expostos ao sol, apresentaram maior porcentagem do tempo caminhando (3,2 %) e pastejando (10,8 %) em comparação aos animais inseridos em sistema silvipastoril (caminhando 1,3 %; pastejando 6,5 %). Estes resultados sugerem que em sistemas sem sombra, animais menos adaptados ao calor caminham por mais tempo em busca de locais com maior conforto térmico. Giro et al. (2019) observaram que bovinos Canchim apresentaram melhor aproveitamento das atividades de pastejo em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta, com redução de até 23% no consumo de água, em relação ao sistema sem árvores. Domiciano et al. (2016) observaram que o tempo dedicado a ruminação foi de 3,6% no sol e 20% na sombra. Ao analisar a posição utilizada para tal comportamento, os animais permaneceram em pé durante 0,9% do tempo ao sol, e 2,7% à sombra, enquanto deitados, o tempo gasto foi de 3,5% ao sol e 16,5% à sombra. Também em sistemas de integração com eucalipto, Souza et al. (2010) verificaram que novilhas aneloradas permaneceram, em média, 47% do tempo disponível sob a sombra das árvores.

Reflexos do maior conforto térmico no desempenho animal foram observados por Luz (2017), ao avaliar novilhos Nelore mantidos em sistemas em integração com e sem árvores (integração lavoura-pecuária/ILP e integração lavoura-pecuária-floresta/ILPF com maior e menor adensamento) Os animais mantidos em ILPF apresentaram maior ganho médio diário (0,484 vs 0,394 kg.dia-1), peso vivo final (455,23 vs. 443,18 kg), peso de carcaça quente (258,66 vs. 255, 16 kg) e rendimento de carcaça (57,48 vs. 56,82%), comparado ao sistema ILP.

Considerações finais

Os sistemas em integração, com presença do componente arbóreo (agrossilvipastoris e silvipastoris), constituem alternativas viáveis do ponto de vista técnico, ambiental e socioeconômico aos modelos tradicionais de produção pecuária, com melhoria da capacidade produtiva da terra e otimização da utilização dos recursos disponíveis.

Nestes sistemas, o componente arbóreo atua fortemente na modificação do microclima, por meio da atenuação dos efeitos climáticos, proporcionando melhores condições de bem-estar e conforto térmico animal e colaborando para o melhor desempenho e produção animal.

Referências

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscape and Urban Planning**, v.138, p.99-109, 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **A Nac Tecnol Amb Constr**, v.10, n.4, p.103-117, 2010.

AGGARWAL, A.; UPADHYAY, R. **Heat stress and animal productivity**. Springer, London, 2013. doi:10.1007/978-81-322-0879-2_1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Estatísticas**, 2016. Disponível em: <<http://abiec.com.br/ExportacoesPorAno.aspx>>.

BALISCEI, M. A.; De SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. de O.; Behaviour of beef cattle and the microclimate with and without shade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.4, p.409-415, 2012.

BAILEY, B. N.; STOLL, R., PARDYJAK, E. R.; MILLER, N. E. A new three-dimensional energy balance model for complex plant canopy geometries: Model development and imprived validation strategies. **Agricultural Forestry Meteorology**, v.218–219, p.146-160, 2016.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v.4, p.1167–1183, 2010.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas- revisão. **Archives Veterinary Science**, v.9, p.1-11, 2004.

CASTRO, C. R. T.; MÜLLER, M. D.; FERNANDES, E. N.; SOUZA, A. D. **Ocorrência de espécies arbustivas e arbóreas em pastagens da micro-região de Juiz de Fora, Zona da Mata de Minas Gerais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. 25 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 27).

COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A.; ALVARENGA, R. C.; GUIMARÃES, S. T.; LAMPEÃO, A. A.; WINKELTRÖTER, L. K.; MACIEL, I. C. de F. Performance of crossbred steers post-weaned in an integrated crop-livestock system and finished in a feedlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.5, p.355-365, 2017.

DANGEL, S.; GRACE, J.; MACARTHUR, A. Transmissivity of solar radiation within a Picea sitchensis stand under various sky conditions. **Biogeoscience**, v.12, p.4195-4207, 2014. doi: 10.5194/bg-12-4195-2015

DOMICIANO, L. F.; MOMBACH, M. A.; CARVALHO, P.; Da SILVA, N. M. F.; PEREIRA, D. H.; CABRAL, L. S.; LOPES, L. B.; PEDREIRA, B. C. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. **Animal Production Science**, 2016. http://dx.doi.org/10.1071/AN16351.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWOOD, H.; WYK, G. van. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon, 1993. 288 p.

EWERS, R. M.; BANKS-LEITE, C. Fragmentation impairs the microclimate buffering effect of tropical forests. **PLoS ONE**, v.8, n.3, 2013. doi:10.1371/journal.pone.0058093

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems, an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P.; HOETZEL, M. J.; LABARRÊRE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.1, p.137-146, 2011.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; GOBBI, K. F. Sistemas silvipastoris: uma integração pasto, árvore e animal. In: OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. (Ed.). **Sistema agrossilvipastoril**: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. p. 123-165.

GEIGER, R.; ARON, R. H.; TODHUNTER, P. **The climate near the ground**, 6th edn. Rowman and Littlefield, Lanham, 2003.

GIRO, A.; PEZZOPANE, J. R. M.; BARONI JUNIOR, W.; PEDROSO, A. F.; LEMES, A. P.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; BARRETO, A. N.; GARCIA, A. R. Behaviour and body surface temperature of beef cattle in integrated cro-livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, v.684, p.587-596, 2019.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

GOLONI, L. A.; MOITA, R. M. S. Rebanho bovino de corte no Brasil: uma análise empírica de poder de mercado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 38., 2010, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2010/inscricao/arquivos/000-5d224c205c4ffdfbdb1dbe1739ff4884.pdf>. Acesso em: 29/08/2019

GREGORY, N. G.; GRANDIN, T. **Animal welfare and meat science**. London, UK: Cabi, 1998.

GURGEL, E. M.; SERAPHIM, O. J.; SILVA, I. J. O. Métodos de avaliação bioclimática da qualidade da sombra de árvores visando ao conforto térmico animal. **Revista de Energenharia Agrícola**, v.2, p.20–34, 2012.

HENNENBERG, K. J.; GOETZE, D.; SZARZYNSKI, J.; ORTHMANN, B.; REINEKING, B.; et al. Detection of seasonal variability in microclimatic borders and ecotones between forest and savanna. **Basic and Applied Ecology**, v.9, p.275–285, 2008.

HODDER, S. G.; PARSONS, K. The effects of solar radiation on thermal comfort. **International Journal of Biometeorology**, v.51, p.233–250, 2007. doi: 10.1007/s00484-006-0050-y

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística de produção pecuária**. 2017, p 80

JARA, I. E.; KEIM, J. P.; ARIAS, R. A. Behaviour, tympanic temperature and performance of dairy cows during summer season in Southern Chile. **Archives of Medicine Veterinarian**, v.48, p.113-118, 2016.

KAMAL, R.; DUTT, T.; PATEL, B. H.; DEY, A.; CHANDRAN, P. C.; BARARI, S. K.; CHAKRABARTI, A.; BHUSAN, B. Effect of shade materials on microclimate of crossbred calves during summer. **Veterinary World**, v.7, n.10, p.776-783, 2014. doi: 10.14202/vetworld.2014.776-783.

KARVATTE JUNIOR, N.; ALVES, F. V.; ALVES, G. F.; OLIVEIRA, C. C. de.; PEGORARO, A. M.; ECHEVERRIA, J. Radiação solar incidente em sistemas de integração no Cerrado. **IN**.: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável – 10 anos de pesquisa, 2013.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C. de; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v.60, p.1-9, 2016. DOI 10.1007/s00484-016-1180-5

KIM, Y.; STILL, C. J.; HANSON, C. V.; KNOW, H.; GEER, B. T.; LAW, B. E.; Canopy skin temperature variations in relation to climate, soil temperature, and carbon flux at a ponderosa pine forest in central Oregon. **Agricultural Forestry Meteorology**, v.226–227, p.161-173, 2016.

KONARSKA, J.; LINDBERG, F.; LARSSON, A.; THORSSON, S.; HOMER, B. Transmissivity of solar radiation through crowns of single urban trees-apllication for outdoor thermal comfort modelling. **Theoretical Applied Climatology Journal**, v.117, p.363-376, 2014. doi: 10.1007/s00704-013-1000-3.

LEME, T. M. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S. V.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LEUZINGER, S. VOGT, R. KÖRNER, C. Tree surface temperature in an urban environment. **Agriculture Forest and Meteorology**, v.150, n.1, p.56-62, 2010.

LIN, T. P.; MATZARAKIS, A.; HWANG, R. L. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Building and Environment**, v.45, p.213–221, 2010.

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of tree on the thermal environment and behaviour pf grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health Production**, v.48, p.755-761, 2016. doi: 10.1007/s11250-016-1021-x

LUZ, P. A. C. da. Desempenho na terminação e qualidade da carcaça e da carne de bovinos criados em sistema agrossilvipastoril. 217, 213f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista – Botucatu, SP.

LVA, J. L. S.; BARRO, R. S. O estado da arte em integração silvipastoril. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Canoas. **Anais**... Canoas: Ed. Ulbra, 2005. v. 1, p. 45-107

MADER, T. L.; JOHNSON, L. J.; GAUGHAN, J. B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal Animal Science**, v.88, p.2153–2165, 2010. doi:10.2527/jas.2009-2586

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L.; COLLE, S. Satellite-derived solar resource maps for Brazil – SWERA Project. **Solar Energy**, v. 81, n. 4, p. 517-528, 2007.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; SILVA, S. A. B.; ABREU, S. L.; COLLE, S. Solar energy scenarios in Brazil, Part one: Resource assessment. **Energy Policy**, v. 36, p. 2843-2854, 2008.

MUSSELMAN, K. N.; MARGULIS, A. S.; MOLOTCH, N. P. Estimation of solar direct beam transmittance of conifer canopies from airborne LiDAR. **Remote Sensing**, v.136, p.402-415, 2013. doi: 10.1016/j.rse.2013.05.021

NÃÃS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone Editora, 1989. 183 p

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v.130, p.57-69, 2010. doi: 10.1016/j.livsci.2010.02.011

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Rev. Bras. **Engenharia Agricola e Ambiental**, v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agricola**, v.29, p.508–517, 2009.

NGAO, J.; ADAM, B.; SAUDREAU, M. Intra-crown spatial variability of leaf temperature and stomatalconductance enhanced by drought in apple tree as assessed by theRATP model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 237, p.340-354, 2017.

OLIVEIRA, C. C. de.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; GAMARRA, É. L.; VILLELA, S. D. J.; MARTINS, P. G. M. de A. Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah. **Agroforestry Systems**, 2017. DOI: 10.1007/s10457-017-0114-5

OLIVEIRA, C. C. de.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G. de.; ALVES, F. V.; BEHLING NETO, A.; MARTINS, P. G. M. de A. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristic of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health Production**, v.46, p.167–172, 2014.

OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V.; BEHLING NETO, A.; GAMARRA, E. L. Índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica radiante em sistemas integrados com duas densidades de árvores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília, DF. **A produção animal no mundo em transformação**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012b. 1 CD-ROOM.

PEZZOPANE, J. R. M.; BOSI, C.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M. S.; CRUZ, P. G. da.; PARMEJIANI, R. S. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Agrometeorology**, v.74, n.1, p.110-119, 2015.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. P. da; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de pastagens. **Revista JC Maschietto**, v. 7, n. 7, p. 10, set. 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J. A radiação solar em pastagem arborizada com renques de Grevillea robusta A. Cunn. Ex, R. Br. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p.187-193, jul./dez. 2004.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. Para que adotá-los? In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras**... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 1 CD-ROM. p. 1-13.

PROMIS, A.; SCHINDLER, D.; REIF, A.; CRUZ, G. Solar radiation transmission in anda round canopy gaps in an uneven-aged Nothofagus betuloides forest. **International Journal of Biometeorology**, v.53, p.355-367, 2009. doi: 10.1007/s00484-009-0222-7.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p. 1–18, 2000.

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombra de árvores em pastagens para bovinos. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.26, p.268–281, 2006.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; FRANCO, A. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoril em ambiente tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 87-95, 2010.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. The environment. In: Silva RG, Maia ASC (ed) **Principles of animal biometeorology**. Springer, London, 2013, 1–37p. doi:10.1007/978-94-007-5733-2.

SIMKOVÁ, A.; SOCH, M.; SVEJDOVÁ, K.; ZÁBRANSKÝ, L.; FREJLACH, T.; SVARCOVÁ, A.; CERMÁK, B. The effect of stable microclimate on milk production of dairy cattle. Sci Papers: **Animal Science and Biotechnology**, v.49, n.1, p.186-189, 2016.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* hill ex maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, v.3, p.9–20, 1993.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; POULOUIN, Y. A.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.93, p.125–133, 2010. doi:10.3168/jds.2009-2416

SOUZA, E. C. de., SALMAN, A. K. D.; da CRUZ, P. G.; VEIT, H. M.; de CARVALHO, G. A.; da SILVA F. R. F., SCHMITT, E. Thermal comfort and grazing behaviour of Girolando heifers in integrated crop-livestock and crop-livestock-forest systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.41, p.2-10, 2019.

SOUZA, W. de; BARBOSA, R. R.; MARQUES, J. A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; DE BASILIO, V.; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v.6, p.707–728, 2012.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influence of shade and cooling systems on the thermal comfort for dairy cows. **ACSA**, v.60, n.02, p.14-22, 2010.

TAKÁCS, A.; KOVÁCS, A.; KISS, M.; GULYÁS, Á.; KÁNTOR, N. Study on the transmissivity characteristics of urban trees in Szeged, Hungary. **Hun Geo Bull**, v.65, n.2, p.155-167, 2016. doi: 10.15201/hungeobull.65.2.6

VAN LAER, E.; MOONS, C. P. H.; AMPE, B.; SONCK, B.; VANDAELE, L.; DE CAMPENEERE, S.; TUYTTENS, F. A. M. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, v.9, n.9, p.1536–1546, 2015.

VEIGA, J. B. Desenvolvimento de sistemas silvipastoris para a Amazônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais**: palestras. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p. 59-79.

WALL, A. J.; KEMP, P. D.; MACKAY, A. D.; POWER, I. L. Evaluation of easily measured stand inventory parameters as predictor of PAR transmittance for use in poplar silvipastoral management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.139, p.665-674, 2010. doi: 10.1016/j.agee.2010.10.012

WENG, Q.; LU, D.; SCHUBRING, J. Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, v.89, n. 4, p.467-483, 2004.

ZHANG, M.; CHEN, L.; XIN, M.; XU, Z.; LI, J. Studies of forecast model of photosynthetic active radiation in sunlight greenhouse in Winter in Panjin. **Agricultural Basic Science and Technology**, v.16, n.2, p.214-218, 2015.



David J. Bungenstab

Capítulo 33

Escolha de animais e formação de lotes de bovinos para sistemas de integração

Luis Armando Zago Machado
Elton Bock Correa
Fernando Miranda de Vargas Junior
Gelson Luis Dias Feijó

Introdução

A integração lavoura-pecuária (ILP) constitui sistemas intensivos com algum grau de interação entre os cultivos anuais e perenes (destinados à produção de grãos, fibras ou energia) e a pecuária (principalmente a bovinocultura). Embora sendo atividades complementares, a pecuária deve ser tão competitiva quanto à agricultura, de tal forma que compense a ocupação de áreas com grande potencial de produção, preço elevado e solos férteis. Os resíduos de fertilizantes e corretivos deixados no solo nos ciclos com agricultura têm um custo e, ao serem parcialmente perdidos durante a ocupação da área com pastagens, devem ser pagos pela atividade pecuária.

As pastagens têm funções nos sistemas ILP que vão além da produção animal, como a prestação de serviços ambientais, por exemplo (Carvalho et al., 2009). A rotação de pastagem com culturas anuais tem sido uma forma econômica de reduzir problemas fitossanitários com nematoides (Carneiro et al., 2006), doenças como o mofo-branco (Görgen et al., 2009) e com plantas daninhas (Gazziero et al., 2014). Com isso, muitos agricultores estão entrando na atividade pecuária, mas a falta de conhecimentos básicos tem limitado o resultado desse sistema. Um deles é a identificação de animais que respondam à boa qualidade nutricional das pastagens. As escolhas feitas na aquisição do gado podem determinar o lucro que o produtor irá obter com recria e engorda destes animais (Ferreira et al., 2004).

O melhoramento do gado europeu e zebuíno tem evoluído muito, resultando em animais com grande potencial de ganho de peso em condições de pastejo. Como este avanço ainda não chegou em todas as fazendas destinadas à cria, há grande variação no potencial dos animais disponíveis no mercado de gado magro.

Com base na aparência dos animais, o produtor necessita identificar e escolher aqueles que apresentem potencial de ganho de peso e que irão produzir carcaças com a qualidade exigida pelo mercado consumidor.

Neste capítulo serão discutidos alguns critérios para a escolha de bovinos para os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP).

Fatores a serem considerados para a escolha dos animais

O produtor interessado em fazer integração lavoura-pecuária pode questionar se qualquer bovino serviria para ser utilizado no sistema? Aparentemente sim, afinal todo bovino tem condições de transformar forrageiras em carne e/ou leite. Entretanto, conceitualmente a ILP é um conjunto de práticas para aumentar a produtividade e, para isso ser alcançado, devem ser utilizados animais que respondam à abundância e à qualidade do alimento disponibilizado.

Qual "pecuária" deve ser explorada na ILP?

Antes de se definir os aspectos fenotípicos dos animais a serem utilizados em sistemas ILP é importante tecer comentários sobre a escolha do tipo (leite ou corte) ou da fase

da pecuária de leite ou de corte que teria maiores ganhos quando utilizada em ILP. Essas escolhas transcendem aspectos técnicos, pois algumas vezes dependem da aptidão da propriedade e/ou desejo do produtor e, contra isso, não há argumentos. Independentemente das possibilidades, vantagens e desvantagens do uso da pecuária de leite em ILP, a partir desse ponto o foco passa a ser a pecuária de corte em ILP.

Solo com potencial agrícola é um pré-requisito para a implantação da ILP. Este tipo de terra apresenta elevado valor comercial e, consequentemente, a pecuária desenvolvida neste sistema deve apresentar lucratividade compatível com a lavoura. As fases mais lucrativas na pecuária de corte são a recria e a engorda, que podem ser fundidas na ILP, dada à grande disponibilidade de pasto de boa qualidade e de resíduos agrícolas que podem ser utilizados na formulação de rações. Nesse sistema é possível obter elevado desempenho por unidade animal e por unidade de área, resultando na produção de animais passíveis de obter melhores remunerações, como aqueles inseridos em programas de apoio à produção de animais jovens (novilho precoce) e nos diferentes protocolos de bonificação vigentes nos frigoríficos.

A fase de cria é, tradicionalmente, praticada pelos produtores em solos com fertilidade limitada, onde são cultivadas forrageiras menos exigentes e de qualidade inferior (Barbosa; Vilela, 2007). Além disso, a complexidade do sistema de cria é maior e são necessários conhecimentos específicos sobre esta fase de produção. Geralmente, não se justifica explorar a cria em sistemas de ILP (Machado; Ceccon, 2010), semelhantemente ao que ocorre no confinamento onde o custo é elevado. Nenhum produtor faz cria em confinamento pensando na obtenção de lucro.

Outra razão que dificulta a indicação do uso da fase de cria em sistemas de ILP é o aspecto temporal, ou seja, a vaca, durante a fase produtiva, precisa permanecer na propriedade o ano inteiro, isso dificulta a liberação de áreas para a fase de lavoura.

Em alguns casos especiais a cria pode fazer parte de sistemas mais extensivos contendo partes da propriedade com ILP, porém as pastagens mais novas (reformadas) devem ser priorizadas para as categorias com maior resposta à melhoria da qualidade da pastagem, como recria e engorda de animais. Além disso, com a intensificação da pecuária de corte, há redução da idade de abate e as fases de recria e engorda são condensadas, sendo eliminadas as demais categorias (24 a 36 meses, ou mais). Com isso, há aumento na demanda por bezerros de boa qualidade. Em regiões em que o preço da reposição é muito elevado, a rentabilidade das fases de recria e engorda pode ser comprometida. Nessa situação especial, a cria pode ser justificada em sistemas contendo ILP.

Mesmo com as restrições elencadas, há dois enfoques que podem justificar o uso da fase de cria em ILP: a qualidade (via genética) e/ou o mercado (pelo custo da reposição). A cria pode estar focada no melhoramento genético do rebanho, visando à produção intensiva de bezerros, permitindo a seleção de vacas que repitam cria, que desmamem bezerros mais pesados e que proporcionem algum ganho de qualidade. Nesse caso, os resultados são esperados de médio a longo prazo. Já quando focada no mercado, visa-se resultados a curto prazo, comercializando as categorias mais valorizadas e adquirindo outras com baixo valor. Nesse caso a proporção de animais na cria, recria e engorda varia em função

do mercado. Essa abordagem é utilizada quando há muita instabilidade de preços ou defasagem na relação entre o preço pago pelos animais gordos e os de reposição.

Dependendo das condições regionais de mercado, nos sistemas integrados a pecuária de leite ou a produção de animais de elite podem ser mais lucrativas que a pecuária de corte.

Uma vez definido o tipo de pecuária a ser explorada em ILP é necessário definir o tipo de animal a ser utilizado.

Fatores como categoria, raça, tipo, idade, condição corporal, qualidade zootécnica e estado sanitário tem grande influência no desempenho dos lotes e, portanto, devem ser consideradas no momento da compra.

Categoria (idade e sexo)

O gado bovino de corte pode ser dividido em função da idade e do sexo nas seguintes categorias: bezerros ou bezerras, novilhas ou novilhos, que por sua vez podem ser castrados ou inteiros, além de, vacas ou touros de descarte.

Animais contemporâneos, porém de sexos diferentes, chegarão ao ponto de abate, determinado pelo grau de acabamento da carcaça, em pesos e idades diferentes (Cardoso, 1996). O ganho de peso e a composição da carcaça são influenciados pelo sexo dos animais (Paulino et al., 2008). Fêmeas depositam gordura precocemente atingindo o ponto de abate com menor peso que os machos. Machos castrados, por sua vez, estarão acabados antes que os inteiros (Figura 1). Estes últimos ganham mais peso e são mais eficientes na conversão alimentar, mas tem dificuldade para depositar gordura (Coutinho Filho et al., 2006; Paulino et al., 2008).

Fotos: Gelson Luís Dias Feijó



Figura 1. Deposição de cordura na altura do corte transversal sobre a 12ª costela de uma novilha (A), um novilho (B) e um animal inteiro (C) recriados em confinamento e abatidos aos 14 meses.

As novilhas são mais precoces que os machos no acabamento (Peixoto, 1993), por isso são aceitas para o abate com menor peso, no mínimo 12@ de carcaça (Figura 2). Apesar delas apresentarem ganhos de peso ligeiramente inferiores aos dos machos e, geralmente, o preço da arroba ser um pouco inferior, as novilhas vem sendo muito utilizadas nos sistemas ILP por apresentar menor período de acabamento e, por isso, possibilitam rápido giro de capital. As bezerras são adquiridas no momento da desmama, com cerca de 7 a 8 meses e atingem peso de abate próximo aos 24 meses de idade, permanecendo na propriedade de 12 a 18 meses.



Foto: Luís Armando Zago Machado

Figura 2. Novilhas, rapidez na recria e engorda.

Nesse sistema as novilhas entram em pastagem estabelecida após as culturas de verão, permanecendo na propriedade uma estação das secas e um verão, caso necessário poderão permanecer por parte da segunda seca. Dessa forma, o ciclo da pastagem envolvendo o estabelecimento e utilização dura 18 meses, se encaixando muito bem num sistema intensivo de rotação com culturas anuais.

A recria e a engorda de bovinos machos é outra possibilidade, porém a fase de recria é mais longa, sendo exigido peso mínimo para o abate de 15 @ de carcaça e bom acabamento, com idade que se enquadre como novilho precoce. A deposição de gordura pode ser crítica em bovinos jovens, inteiros e/ou cruzados com raças de maior porte, como as continentais que são mais tardias. Para os animais que não estiverem terminados ou que estiverem com peso insuficiente para abate dentro do prazo previsto no planejamento de rotação, normalmente no final do verão, pode ser necessário suplementá-los ou confiná-los, para que atinjam melhores condições de comercialização, isso aumentará o custo de produção que pode não ser compensado pelos preços que esses animais atingem na hora da venda. Sem estas práticas o sistema pode ficar comprometido pelo excesso de lotação em períodos com menor disponibilidade de pasto, havendo superpastejo e queda do desempenho dos animais. Essa situação contribui para degradação do solo, o que pode comprometer a produtividade das culturas utilizadas após a pastagem.

A terminação dos animais pode ser afetado pelo manejo. Animais inteiros apresentam melhor desempenho e maior rendimento de carcaça que castrados (acima de 10% em ganho de peso e cerca de uma @ a mais) (Porto et al., 2000; Restle et al., 2000; Turini et al., 2015). Assim, os bovinos inteiros necessitam de uma dieta mais rica em energia na fase de acabamento, implicando em aumento no desembolso com suplementos (concentrado ou sal proteico-energético). Avaliando animais F1 Nelore x Charolês em pastagem de *Brachiaria decumbens* com o uso de suplemento, Ítavo et al. (2008) obtiveram maior

ganho médio diário e maior lucratividade com animais inteiros em relação aos castrados. A castração, porém, resultou em carcaças com maior espessura de gordura e animais com carne com coloração vermelha menos escura em relação aos animais inteiros. A gordura contribui para que a temperatura da carne baixe mais lentamente o que reduz a possibilidade de escurecimento (Embrapa, 1997) e completo rigor mortis do músculo e beneficiando a maciez da carne (Costa et al., 2012). De acordo com Alves Neto (2016), dos bovinos inteiros terminados a pasto em 2015, 70% tiveram cobertura de gordura ausente. Para que isto não ocorra, os machos inteiros devem ser abatidos antes dos 24 meses, o que reduz a sodomia e garante uma boa qualidade da carne (Coutinho Filho et al., 2006).

Uma prática bastante difundida entre os pecuaristas é castração, que permite antecipar a terminação de bovinos machos. Independentemente da época em que for realizada, do nascimento aos 18 meses, a castração favorece a deposição de gordura e o acabamento de carcaça (Porto et al., 2000; Turini et al, 2015; Dias et al., 2016) (Figura 3). Em geral, os animais castrados produzem carcaças com maior espessura de gordura e carne com melhor apresentação (Figura 1), que são características valorizadas pelo mercado (Ítavo et al., 2008; Abbá et al., 2012; Silva et al., 2014). Animais com essas características apresentam maior facilidade de comercialização e melhores preços. Além disso, o custo com a terminação é menor, já que a quantidade de suplementos oferecida a pasto ou o tempo de confinamento para o acabamento dos animais podem ser diminuídos.

Quanto à época de castração não há unanimidade, porém, ao retardar esta prática, os ganhos são relativamente pequenos em relação às dificuldades de manejo, ao estresse dos animais e aos riscos gerados. A castração de bovinos jovens, no nascimento ou até no máximo dois meses de idade, apresenta vantagens como a facilidade de contenção dos animais, pequena perda de sangue e rápida cicatrização e, consequentemente, menor probabilidade de morte de animais por complicações neste procedimento (Embrapa, 1997), além da possibilidade de execução dessa, juntamente com outras práticas, como a cura do umbigo, por exemplo.



Fotos: Elton Bock Corrêa e Luis Armando Zago Machado

Figura 3. Bovinos machos ½ sangue Nelore e Charolês, inteiro (A) ou castrado (B), prontos para o abate aos 22 meses.

Optar por animais inteiros pode ser interessante nos cruzamentos com raças britânicas, já que esses tem facilidade para acumular gordura. O uso de animais inteiros pode ser viável quando há disponibilidade de suplementos energéticos a baixo custo e quando não há restrições na comercialização de gado gordo. Faz-se essa ressalva, pois, nos últimos anos, a maioria dos frigoríficos voltou a pagar valores menores pela carcaça de animais inteiros.

Em função disso, o produtor deve fazer contas para ver se é interessante usar animais inteiros em sistemas de ILP. A decisão pela terminação de bovinos inteiros, portanto, também depende do mercado. Se o frigorífico comprador impuser restrições a este tipo de animal, aplicando descontos no valor pago pela arroba, os ganhos em desempenho obtidos no campo, representados pelo maior peso de carcaça, são trocados pelos descontos no preço da arroba.

Se o sistema de produção não permitir o abate dos bovinos inteiros até por volta dos dois anos de idade é imperioso que os bovinos sejam castrados, pois a diminuição na qualidade das carcaças e da carne de animais inteiros pode acarretar em prejuízos ao produtor e comprometer a eficiência do sistema ILP.

Raças

As raças de gado de corte podem ser divididas, segundo Ferraz e Eler (2000), em quatro grupos (Figura 4):

1) **Indianas** (zebuína) – São bovinos caracterizados pela alta rusticidade, resistência a parasitas e rendimento de carcaça. Destacam-se as raças Nelore, Guzerá e Tabapuã.

2) **Não zebuínas adaptadas aos trópicos** – São animais com alto grau de adaptabilidade ao clima tropical, fertilidade e boa qualidade de carcaça e carne. Destacam-se as raças Senepol, Bonsmara e Caracu. Nesse grupo se enquadram algumas raças compostas, principalmente, pela considerável capacidade de uso de touros em monta natural nas condições tropicais, como a Brangus, Braford e Canchin.

3) **Britânicas** – A precocidade sexual e de acabamento, além de características de conformação frigorífica, qualidade de carcaça e carne são pontos fortes dos animais deste grupo, sendo as principais raças: Angus, Devon e Hereford.

4) **Continentais** – Os animais deste grupo apresentam alto potencial de crescimento, rendimento e qualidade de carcaça. Destacam-se as raças: Charolês, Limousin, Simental e Pardo Suíço.



Figura 4. Garrotes das raças: Nelore (A) e de seus cruzamentos com Red Angus (B), Simental (C), Charolês (D), Hereford (E) e Holandês (F).

As raças indianas, como a Nelore, são as mais adaptadas ao ambiente tropical e apresentam bom desempenho com forrageiras de pior qualidade. Já as raças europeias apresentam maior ganho de peso e conversão alimentar quando o alimento possui melhor valor nutricional, porém são menos adaptadas ao clima quente e mais sensíveis aos parasitas.

O cruzamento entre bovinos de origem taurina (britânicas ou continentais) e indiana resulta em animais com maior capacidade de ganho de peso que a média das raças puras (Teixeira; Albuquerque, 2005; Dias et al., 2015). O produto deste cruzamento pode resultar em incremento de 15% no ganho médio diário e no peso final até o abate, como resultado do efeito da heterose direta (Euclides Filho; Figueiredo, 2010). Animais cruzados devem

ser preconizados em sistemas intensivos como na ILP, sendo recriados e terminados em menor tempo. Embora os animais cruzados apresentem maior consumo de forragem há compensação pelo maior ganho de peso, resultando em melhor conversão alimentar (Cruz et al., 2007).

Entre os taurinos (europeus) é marcante a precocidade de acabamento das raças britânicas, depositando maior camada de gordura e resultando em carne mais macia que as continentais (Goulart, 2006). Quanto à precocidade na deposição de gordura, os animais de raça Nelore ficam numa posição intermediária entre as raças britânicas e continentais (Paula et al., 2007). As raças continentais apresentam carcaças maiores e com maior musculatura (cobertura de carne).

Raças especializadas para a produção de carne são mais eficientes para esse propósito que as destinadas à produção de leite ou dupla aptidão.

O gado de origem leiteira, mestiços das raças Holandesa ou Gir, embora possa ser utilizado para corte, não são os mais indicado para sistemas intensivos, tendo em vista que produzem carcaças com menor rendimento, apresentam dificuldades na distribuição do acabamento e tem cobertura de carne deficiente, sendo penalizado na comercialização.

Apesar das usuais interpretações para os resultados médios observados em comparações feitas entre diferentes raças, há dificuldade de generalização, já que há grande variação para os indicadores entre indivíduos e entre rebanhos da mesma raça, além do efeito da qualidade do sistema de terminação (ambiente) sobre as características de carcaça e qualidade da carne.

Em síntese, em sistemas de ILP na região do Cerrado Brasileiro é recomendável utilizar animais cruzados de raças zebuínas com taurinas, de preferência as britânicas.

Tipo

O tipo pode ser definido como o somatório das características morfológicas externas. O tipo e a conformação referem-se ao tamanho do esqueleto do animal, considerando-se o comprimento, a altura e a largura do corpo. A conformação permite classificar os animais em longilíneos, medilíneos e brevilíneos (compactos) (Figura 5).

Animais compactos (brevilíneos), mais comuns entre as raças britânicas, apresentam melhor conversão alimentar e acumulam gordura mais cedo, facilitando a comercialização de animais jovens. Os animais longilíneos, mais comuns entre as raças continentais, apresentam pernas e tronco mais longos, têm maior ganho de peso, porém demoram mais tempo para engordar (Peixoto, 1993).

Devem ser refugados animais dos tipos extremos, ou seja, ou excessivamente compactos ou longilíneos. Nas grandes produções extensivas e nos leilões de gado, não são raros bois com membros muito desenvolvidos e pouca musculatura (tardios para o acabamento e conversão alimentar ruim) e animais muito curtos, que apesar de chegarem ao ponto de abate rapidamente, costumam apresentar baixo peso e são pouco eficientes na transformação de pasto em ganho de peso.

Fotos: Luís Armando Zago Machado



Figura 5. Tipos morfológicos segundo a estrutura corporal.

O tamanho dos animais está relacionado com o tempo que eles levarão até o abate. Animais de raças com menor tamanho chegam ao ponto de abate em menor tempo. Com os avanços no melhoramento genético e nas práticas nutricionais os pesos de abate estão aumentando consideravelmente e já não são raros animais de estatura mediana sendo abatidos com pesos ao redor de 600 Kg, bem acabados e ainda jovens.

Idade e desenvolvimento

Os animais mais jovens em fase de crescimento, antes da puberdade, são mais eficientes e geralmente apresentam ganho de peso elevado porque estão depositando músculo nesta fase que chega ser 2,5 vezes menos exigente em calorias do que depositar o mesmo equivalente em tecido gordo. A principal justificativa desta diferença é que o tecido muscular apresenta em média 75% de água e o tecido gordo 25%, sendo este último maior concentrador de energia por quilo, demandando mais energia para depósito da mesma quantidade em peso. Esta diferença é acelerada após a puberdade quando o animal começa a deposita mais gordura proporcionalmente que músculo (Owens et al., 1993). No momento que o animal atinge a puberdade há desaceleração do ganho de peso, diminuindo o ritmo de desenvolvimento do tecido ósseo e muscular, intensificando-se a deposição de gordura. Raças que atingem a puberdade mais cedo produzem carcaças menores, porém são mais precoces no acabamento (Bridi, 2010).

Na fase de engorda a conversão alimentar piora porque o animal passa a acumular menos proteína e mais gordura, que é energeticamente mais densa e retém menos água (Medeiros et al., 2010). Animais velhos e, consequentemente, mais pesados necessitam, além de mais alimento para a manutenção, mais energia para o acabamento. Há boas possibilidades de lucro nesta fase, porém o pecuarista necessita ter pleno domínio do processo de engorda e, ainda, conhecer muito bem os mercados de gado magro e de gado gordo.

Muitos pecuaristas tradicionais preferem comprar "era", ou seja, entre dois animais com o mesmo peso, tendem a comprar os mais velhos. Isto porque animais jovens são mais exigentes em proteína e nem sempre os produtores estão preparados para atender a necessidade desta categoria.

Deficiência na ossatura (ossos finos) pode indicar que o animal passou por severa restrição alimentar em alguma fase de sua vida, podendo resultar em menor desempenho num

período seguinte. Características como a amplitude da caixa torácica tem influência sobre outras partes do corpo consideradas de importância econômica, comprovando observações antigas sobre critérios de escolha de novilhos para engorda com "boa caixa" (Peixoto, 2010).

A idade dos bovinos pode ser estimada com alguma segurança a partir do número de dentes incisivos (Figura 6).

Popularmente, os chifres, principalmente do gado europeu, podem servir como indicador da idade, sendo que por volta dos 36 meses surge um anel na base do chifre e, a partir daí, surge um novo anel para cada ano de vida. Isso não é levado em consideração na pesquisa, que usa a dentição para avaliar animais vivos ou o grau de ossificação das cartilagens quando para a avalição das carcaças.

Dentição	Idade (meses)	
	Zebuínos	Taurinos
1ª dentição (dente de leite)	0 a 20-24	0 a 18-28
até 2 dentes definitivos	20-24 a 30-36	18-28 a 24-31
até 4 dentes definitivos	30-36 a 42-48	24-31 a 32-46
até 6 dentes definitivos	42-48 a 52-60	32-46 a 36-56
8 dentes definitivos	mais de 52-60	mais de 36-56
Dentição completa e com desgastes		

Figura 6. Idade de zebuínos e taurinos em função da dentição.

A idade dos animais adquiridos dependerá do propósito do sistema de produção. Se o objetivo é a recria e engorda, devem ser adquiridos bezerros ou bezerras com bom desenvolvimento. É importante mencionar que bezerros e animais magros de reposição possuem maior valorização por unidade de peso que animais gordos. Diz-se no meio rural que essa diferença é uma espécie de ágio pelo potencial de ganho de peso. Sob uma visão técnico-científica, isso não passa de um reflexo do custo de produção envolvido em cada uma das fases produtivas e acumulado até uma dada fase da vida do animal. Como a cria é a fase mais cara é natural que o preço por unidade de peso do produto bezerro seja maior. Com o aumento da idade esse custo vai sendo diluído a ponto de um animal pronto para abate ter o menor valor por unidade de peso (Figura 7). Apesar disso o valor total do animal aumenta com a idade, pois ele fica mais pesado, por isso a relação de troca entre boi gordo e bezerro ou boi gordo e boi magro é favorável (Figura 8).

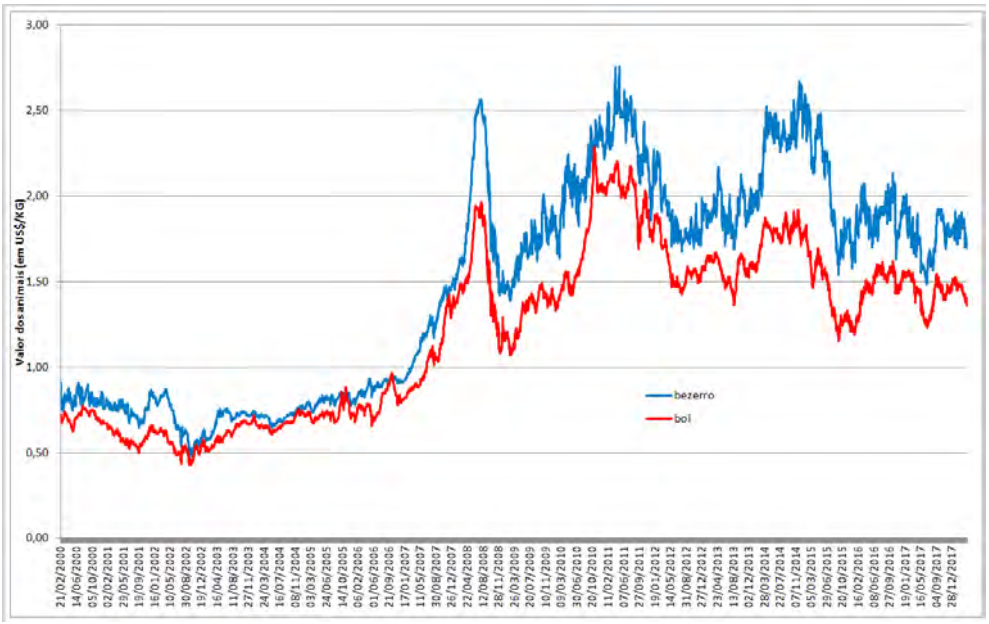


Figura 7. Evolução do preço do Kg unitário de bezerros e bois gordos no período de 2000 a 2018 (preços em US$) (Cepea, 2018).

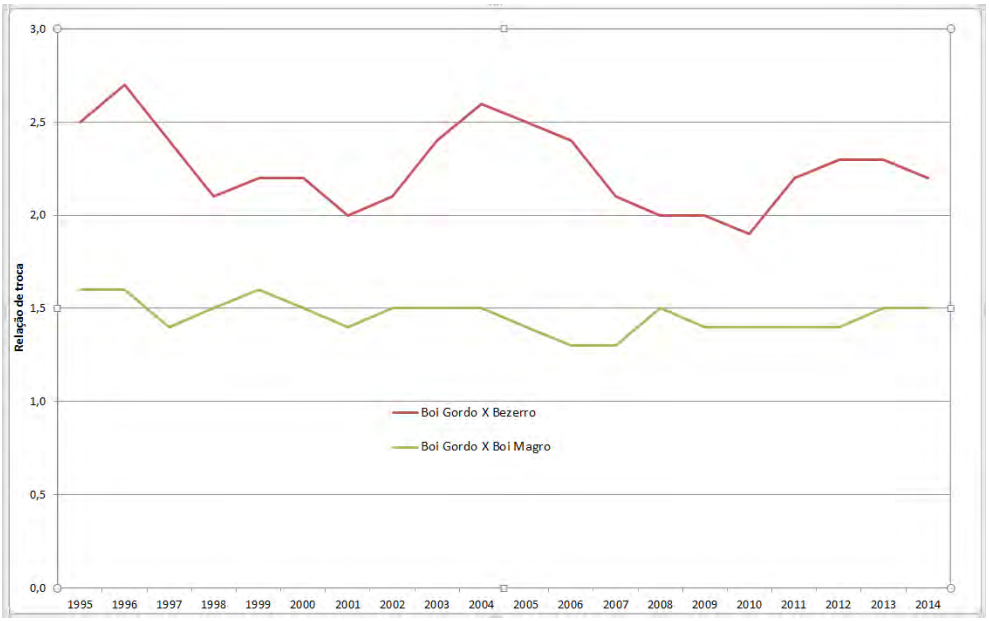


Figura 8. Relação de troca na reposição de bois gordos por bezerros (recria) ou por bois magros (engorda) período de 1995 a 2014 (Anualpec, 2015).

Como princípio, a reposição deve ser feita logo após a venda dos animais gordos, mas devido às particularidades do mercado de bezerros, o produtor pode adotar estratégias na aquisição de animais com melhor qualidade e/ou a preços mais atraentes. Normalmente, a disponibilidade de bezerros é maior no final do verão (Figura 9), quando os criadores estão fazendo a desmama e precisam reduzir a carga animal em suas pastagens, prevendo a estação seca. Nesta época, a possibilidade de escolha é maior e o preço da arroba não está tão valorizado quanto na entressafra. Numa análise do mercado de bezerros, Christofari et al. (2009) detectaram que os bezerros comercializados na primavera custaram 14% mais do que aqueles comercializados no outono, nos anos de 2004, 2005 e 2006.



Foto: Luís Armando Zago Machado

Figura 9. Bezerros de boa qualidade tem maior oferta no final do verão.

Se o sistema for apenas de engorda, devem ser adquiridos animais com boa estrutura. Estes animais necessitam colocar acabamento, porém é uma fase mais cara do que a recria, exigindo mais gastos com energia para a formação de gordura.

Morfologia corporal desejada

Parte da qualidade zootécnica de um lote pode ser identificada visualmente, com base em fatores como desenvolvimento, idade e de características como comprimento, profundidade, ossatura e cobertura de carne. O comprimento pode ser observado no espaço compreendido entre a paleta e a bacia do animal (Figura 10); já a profundidade deve ser observada pela distância entre o peito e o lombo (Figura 11), logo atrás do cupim. O esqueleto dos animais desenvolve-se principalmente quando o animal é jovem (Figura 12). Se nesta fase o desenvolvimento ósseo for comprometido, a deposição de carne e gordura ficará prejudicada. Embora não seja o objetivo final a produção de osso, a ossatura dos animais (caixa) deve ser observada no momento da compra, pois ela tem relação com o ganho de peso futuro.

Fotos: Luís Armando Zago Machado

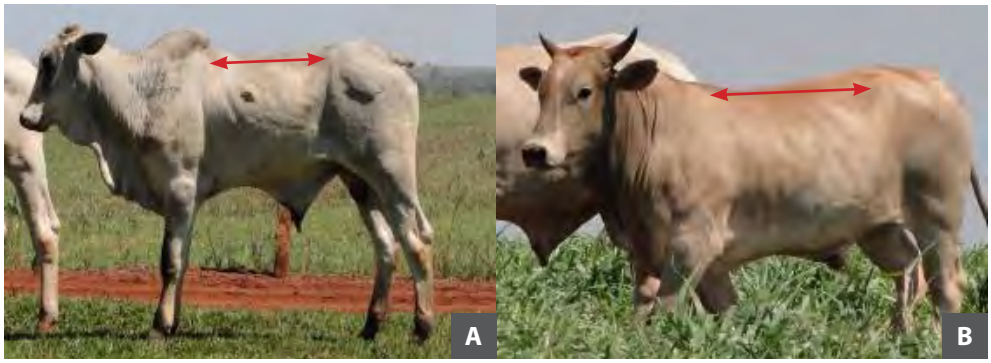


Figura 10. Garrote curto (A) e comprido (B).

Fotos: Luís Armando Zago Machado



Figura 11. Garrote pouco (A) e muito (B) profundo.

Fotos: Elton Bock Corrêa



Figura 12. Ossatura mais (A) ou menos (B) desenvolvida.



Fotos: Luís Armando Zago Machado e Elton Bock Corrêa

Figura 13. Garrote com maior (A) ou menor (B) cobertura de carne.

Animais com melhor cobertura muscular apresentam ossatura menos saliente, principalmente na parte posterior do corpo (Figura 13). Animais mais compridos, com boa profundidade, ossatura e cobertura de músculo, apresentam melhor desempenho e resultam em carcaças de melhor qualidade.

Condição corporal

A condição corporal refere-se à aparência do animal, é o reflexo do seu estado nutricional e sanitário, podendo variar numa escala de valores de um (muito magro) a cinco (completamente gordo). Este fator deve ser considerado pelo produtor no momento da compra e na formação de lotes. A aquisição de animais magros pode ser vantajosa quando se trata de gado adulto, dependendo do valor pago pelo lote. No caso de bezerros, um escore baixo às vezes não é interessante, tendo em vista que o potencial de ganho de peso pode ter sido comprometido e isto se refletirá negativamente no seu desempenho durante a estação seguinte (Figura 14).



Fotos: Luís Armando Zago Machado e Gessi Ceccon

Figura 14. Animais com qualidade ruim e desenvolvimento comprometido

Estado sanitário

No momento da comercialização todos os animais devem atender aos padrões exigidos pelo sistema de controle sanitário, sendo vacinados contra aftosa, raiva e brucelose. Em Mato Grosso do Sul, embora a Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal (IAGRO) não exija vacinação contra clostridioses (carbúnculo), esta deve ser realizada preventivamente, já que a doença pode estar presente em todas as propriedades e o animal infectado aparece morto, não havendo tempo para realização do tratamento. Num lote animais pode haver alguns que, notoriamente, tiveram prejuízo no seu desenvolvimento, seja por estarem mais magros que o restante ou pelo tamanho que não condiz com a idade. Pode se estar relacionado a desnutrição ou a problema sanitário, às vezes, crônico, que pode ou não apresentar risco de contágio. Quando possível, animais com desenvolvimento comprometido ou com estado corporal muito inferior ao restante do lote devem ser refugados no momento da compra, caso contrário, deverão ser isolados do restante para observação. Um médico veterinário poderá diagnosticar o problema, determinar o tratamento ou o destino destes animais.

Sobre o manejo sanitário dos animais, a Embrapa disponibiliza uma ferramenta gratuita para os produtores rurais: o Calendário de Manejos Reprodutivo, Sanitário e Zootécnico .

Outros fatores

O tratamento recebido pelos bezerros durante a fase de cria pode influenciar no seu desempenho durante a recria e a engorda. Bezerros mais pesados na desmama apresentam maior capacidade de ganho de peso e atingirão peso de abate mais cedo. Animais tratados com calma, sem gritos e atropelos no pasto e no mangueiro irão se adaptar mais facilmente ao sistema de produção intensivo, com cercas eletrificadas, com suplementação e alta concentração de animais. Com isto, o período de adaptação será menor, reduzindo-se o estresse e os riscos com acidentes. Embora esta característica normalmente não possa ser considerada num leilão, ela poderá valer para a compra fidelizada, direto do produtor de bezerros.

A presença de chifre dificulta o manejo no transporte, no mangueiro, na suplementação e no confinamento, aumentando o estresse do lote e o risco de acidentes. A formação de lesões e hematomas é mais frequente com os bovinos aspados enviados para o abate. De acordo com Grandin (1980), nos EUA a perda com bovinos aspados é de 1,86 kg por carcaça, enquanto nos mochos é de 1,12 kg. De acordo com Mendonça et al. (2016) a ocorrência de hematomas nas costelas é maior em lotes de bovinos com chifre e, principalmente, em animais de origem zebuína. Por isto, quando possível, deve ser dada preferência ao gado mocho ou mochado.

Para os agricultores que irão estruturar um sistema de integração, cerca de 70 a 85% dos investimentos se destinam a compra dos animais. Para estes produtores, animais jovens são adequados, principalmente porque demandam menor investimento inicial e permitem rápido giro de capital. Outra possibilidade é a parceria com pecuaristas, o que dispensa a aquisição de animais.

Formação dos lotes

As características individuais de comportamento e exigências podem interferir no desempenho do lote de animais. Estas características podem ser divididas quanto ao sexo, raça, idade, tamanho, gordura acumulada e outras. A padronização dos lotes visa facilitar o manejo, diminuir a competição entre indivíduos e facilitar a identificação de problemas referentes ao sistema de criação.

A padronização dos lotes facilita a comercialização e pode agregar valor, principalmente nos momentos em que o mercado está desaquecido (Christofari et al., 2009). De posse deste conhecimento, o produtor poderá tirar proveito na hora da aquisição e estudar a possibilidade de compra de lotes desuniformes, mas na hora da venda, deverá pensar em reagrupar os lotes para melhorar a homogeneidade e obter melhores preços. O tamanho do lote depende da homogeneidade dos animais (sexo, grau de sangue, estrutura corporal e acabamento). É recomendável também que o lote não exceda 100 cabeças/piquete. Uma regra útil é que o tamanho do lote seja compatível com a capacidade de carga dos caminhões de transporte. Por exemplo, se um caminhão puder transportar 18 bois acabados, um lote poderá ter 36, 54, 72 ou 90 cabeças correspondendo a dois, três, quatro ou cinco caminhões (Cardoso, 1996). Apesar de que o produtor precisa ter isso em mente, hoje em dia os frigoríficos têm uma variedade de veículos com diferentes capacidades para atender às peculiaridades das cargas, até por que o número de animais deixou de ser o único critério no momento de preencher a carga, é preciso fazer ajustes quanto ao peso dos animais e ao posicionamento nos compartimentos do veículo.

O agrupamento por sexo é necessário porque durante o cio das vacas e novilhas há disputa entre os machos, mesmo que castrados, prejudicando seu desempenho. A separação dos animais por grupamento genético (raça) visa facilitar o manejo, a alimentação do rebanho e homogeneidade do lote (Figura 15), principalmente na fase de acabamento. Animais de origem zebuína e taurina (europeu) tendem a formar grupos distintos, o que dificulta sua condução, já que os primeiros são mais ágeis.

Os animais maiores e mais velhos tendem a ser mais competitivos durante a alimentação o que prejudica o desempenho dos mais jovens. Com formação de grupos homogêneos, fica mais fácil atender as necessidades de cada categoria e, em alguns momentos, dar tratamento diferenciado para cada lote.



Fotos: Luís Armando Zago Machado

Figura 15. Lote de bovinos heterogêneos (A) e homogêneos (B).

Em alguns casos o método de pastoreio pode ser alterado visando facilitar o agrupamento. No pastoreio rotacionado há a tendência da formação de lotes maiores e menos uniformes. Em algumas situações o pastoreio contínuo poderá ser utilizado visando à formação de lotes menores e homogêneos, ex: separação de animais Nelore, cruzamento industrial e mestiços de origem leiteira.

É fundamental que o produtor conheça o ganho de peso de cada animal visando à padronização dos lotes e, para tanto, a identificação é necessária.

Identificação dos animais

A identificação dos animais possibilita a formação de lotes mais homogêneos, seja pelo peso ou pelo desempenho dos animais. A identificação é feita, normalmente, com marca a fogo ou brinco numerado. Desta forma, o produtor pode ter o controle de cada indivíduo. Cabe salientar que a marcação a fogo tem sido vista como prática não recomendável ao bem-estar animal e deve ser usada somente quando obrigatória pela legislação.

Uma alternativa para identificação dos animais é o sistema de identificação eletrônica de bovinos, que consiste na colocação de um chip (transponder) no animal, seja ele subcutâneo, junto a um brinco ou em um "bolus" intraruminal, que emite um sinal com um número, podendo ser identificado por uma leitora portátil de bastão ou por uma leitora de painel (fixa) colocada no brete (Pires, 2002). Desta forma, o boi é identificado ao passar pela leitora, é pesado e estas informações são enviadas e armazenadas automaticamente num datalogger ou notebook e, posteriormente, o resultado pode ser trabalhado numa planilha eletrônica (Excel). Este processo facilita muito o trabalho de identificação e avaliação dos animais, dando mais rapidez e precisão.

Com um sistema de identificação preciso e bem conduzido, independentemente do método escolhido, é possível conhecer o desempenho de cada animal e, com isto, dar condições diferenciadas a cada um, reservando as melhores pastagens para os lotes com maior potencial, além de permitir a identificação e correção de problemas de manejo.

Animais com baixo desempenho não são adequados aos sistemas integrados, mas podem ser úteis em sistemas tradicionais, com pecuária extensiva. Tão logo estes animais forem identificados, deve ser feito seu descarte, pois eles podem comprometer o resultado do lote, além de serem candidatos à terminação em confinamento, aumentando o prejuízo já que não têm potencial para responder a uma tecnologia de produção tão intensiva e de custo elevado.

Preparação para a venda

Na preparação dos lotes para comercialização o produtor deve considerar alguns fatores relacionados aos animais, evitando ser penalizado pelo frigorífico, sendo os principais: 1) peso; 2) acabamento de gordura; 3) castração (no caso dos machos) e 4) sanidade.

O peso exigido varia entre os frigoríficos e com o sexo dos animais. Para fêmeas são exigidas, no mínimo, carcaças de 12@, e para os machos 15@ e não mais que 22@. Esta exigência visa à padronização dos cortes para comercialização da carne. Animais com peso

superior ou inferior têm seu preço penalizado, dependendo dos critérios estabelecidos por cada frigorífico.

Para a comercialização não interessam animais magros ou excessivamente gordos. O grau de acabamento varia numa escala de 1 a 5, sendo o ideal 3 (Figura 16). Já a castração de bovinos machos é normalmente exigida visando à melhoria da qualidade da carne.



Figura 16. Padrão de acabamento de carcaças bovinas conforme MAPA nº 612, de 05 de outubro de 1989.

O produtor deve enviar para o abate animais que maximizem todas as possíveis bonificações dos diferentes programas ou protocolos de valorização da carcaça bovina pecuária que estão disponibilizados pelos diferentes frigoríficos. A Figura 17 contém um resumo dos diferentes produtos que podem ser conseguidos quando são usados os critérios idade e acabamento como forma de bonificação. O produto de melhor qualidade é aquele que é obtido no encontro dos dois eixos, ou seja, um animal jovem e bem acabado. Esse produto é interessante sob diferentes óticas da cadeia produtiva. Por exemplo, atende aos mercados consumidores mais exigentes, pela excelente qualidade da carne produzida; gera ganhos econômicos, pois proporciona aceleração do ciclo produtivo; e melhora a sustentabilidade da pecuária, pois proporciona menor produção de gases de efeito estufa por unidade de produto.

A presença de alguns organismos patogênicos pode implicar em penalização no preço da carcaça ou, até mesmo, a condenação total, principalmente por cisticercose e, com menor frequência, por tuberculose e brucelose. A penalização da carcaça pode ocorrer, também, por contusões perfurantes e pela aplicação inadequada de medicamentos.

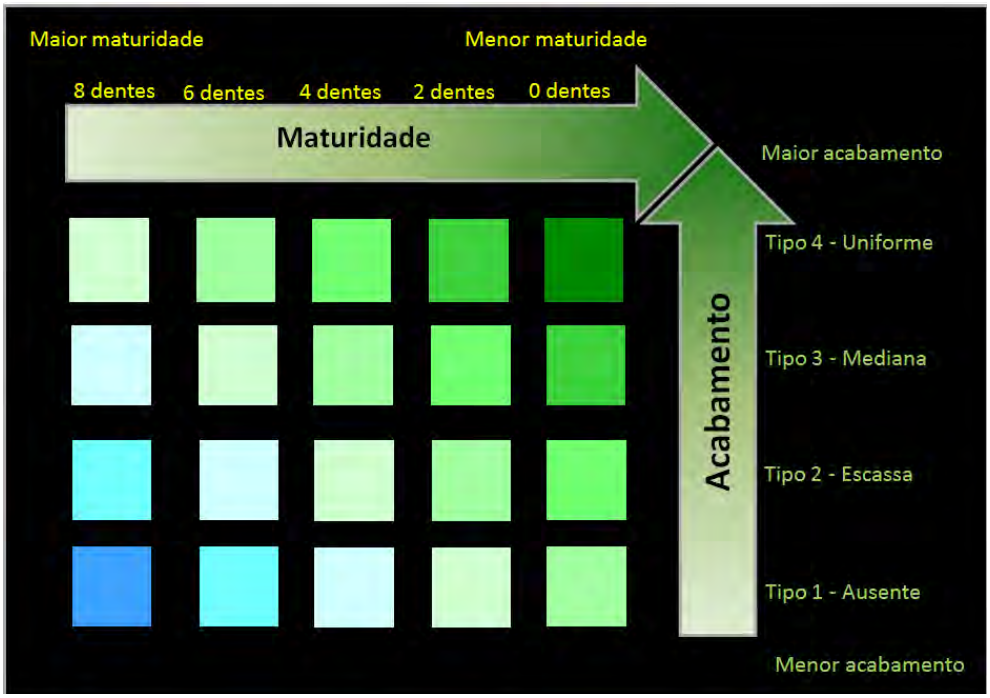


Figura 17. Esquema de valorização de carcaças bovinas baseado em dois critérios: a maturidade e o acabamento das carcaças.

Embarque para o frigorífico

Animais prontos para o abate são sensíveis, pois sua carcaça pode ser depreciada com facilidade. O estresse causado no momento do embarque dos animais deve ser minimizado tendo em vista que contusões ocorrem com muita frequência e podem comprometer partes da carcaça durante o abate. O embarque deve ser de forma silenciosa, evitando apartações, o uso de cães, choque elétrico, paus e objetos pontiagudos que possam causar hematomas (Valle, 2010). O estresse dos animais antes do abate leva à exaustão das reservas de glicogênio dos músculos, o que resulta em carne escura após o abate (Felício, 1997).

Quanto ao número de animais, deve ser respeitada a lotação máxima do caminhão, de acordo com a categoria animal a ser transportada (Valle, 2010).

Considerações finais

A aparência geral de um bovino é o principal fator a ser considerado na compra, já que as características morfológicas dos animais têm relação com seu desempenho.

O tipo de animal escolhido deve ser adequado ao sistema de integração lavoura-pecuária. Dependendo do sistema praticado, fatores como a duração dos ciclos com pecuária e lavoura pode variar, assim como a disponibilidade de grãos e resíduos para alimentação animal, como também a produção e qualidade das pastagens.

Os conhecimentos utilizados na pecuária tradicional são úteis, mas devem ser ponderados na integração lavoura-pecuária, já que nem todos se aplicam a um sistema de produção intensivo.

Quanto mais jovem é o animal, maior é o seu potencial de ganho de peso, sendo esta a categoria que deve ser preconizada na integração lavoura-pecuária.

O produtor deve buscar os incentivos do "programa de novilho precoce", em estados onde há esta modalidade, já que nos sistemas ILP há grande disponibilidade de forragem de boa qualidade e bem distribuída ao longo do ano. Para tanto, é necessária a aquisição de animais com bom potencial de ganho de peso e boa qualidade de carcaça.

Se a aquisição de animais com boa qualidade tem sido uma limitação para a expansão da integração lavoura-pecuária, parcerias entre agricultores e pecuaristas poderão viabilizar esses sistemas.

Referências

ABBÁ, M. G.; FELICIANO, M. A. R.; VICENTE, W. R. R. Características da carcaça e qualidade da carne de bezerros submetidos à orquiectomia por método de castração russa e com burdizzo. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano 9, n. 18, jan. 2012. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/4kzr9Vr0cbP7Jja_2013-6-24-16-51-56.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2018.

ALVES NETO, J. L. Boi inteiro em xeque. **Giro do boi**, Notícias. 22 jul. 2016. Disponível em: <http://www.girodoboi.com.br/noticias/boi-inteiro-em-xeque/>. Acesso em: 3 abr. 2018.

ANUALPEC. **Relação de troca de bois gordo x bezerro e boi gordo x boi magro**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.anualpec.com.br/>. Acesso em: 3 abr. 2018.

BARBOSA, F. A.; VILELA, H. **Uso intensivo de tecnologias em engorda de bovinos – aspectos técnicos e econômicos**. 2007. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_uso_intensivo_tecnologias_engorda_bovinos.htm>. Acesso em: 27 mar. 2018.

BRIDI, A. M. **Crescimento e desenvolvimento do tecido muscular**. [2010]. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Crescimentoedesenvolvimentomuscular.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

CARDOSO, E. G. **Engorda de bovinos em confinamento**: aspectos gerais. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1996. 36 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 64).

CARNEIRO, R. G.; MÔNACO, A. D. A.; LIMA, A. C. C.; NAKAMURA, K. C.; MORITZ, M. P., SCHERER, A.; SANTIAGO, D. C. Reação de gramíneas a *Meloidogyne incognita*, a *M. paranaensis* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 287-291, 2006.

CARVALHO, P. C. de F.; TRINDADE, J. K. da; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, p. 109-122, 2009.

CEPEA, **Indicador do boi gordo ESALQ/BM&FBOVESPA**. Piracicaba, 2018. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>. Acesso em: 9 maio 2018.

CHRISTOFARI, L. F.; BARCELOS, J. O. J.; BRACCINI NETO, J.; OAIGEN, R. P.; CANOZZI, M. E. A.; WILBERT, C. A. Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 196-203, 2009.

COSTA, R. S.; HENRY, F. C; FERREIRA, K. S.; VALLE, F. R. A. F. do; QUIRINO, C. R. Characterization of rigor mortis of longissimus dorsi and triceps brachii muscles of male cattle carcasses. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 32, p. 8127-8132, 2012.

COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, set./out. 2006.

CRUZ, G. M. da; TULLIO, R. R.; ALLEONI, G. F.; BERNDT, A.; ALENCAR, M. M. de; LANNA, D. P. D. Ganho de peso e conversão alimentar de bovinos jovens castrados em quatro grupos genéticos em confinamento em relação ao status nutricional na fase de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, SP. **Anais**... Jaboticabal: Unesp: SBZ, 2007.

DIAS, L. L. R.; ORLANDINI, C. F.; STEINER, D.; MARTINS, W. D. C.; BOSCARATO, A. G.; ALBERTON, L. R. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos nelore e meio sangue angus-nelore em regime de suplementação a pasto. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 18, n. 3, p. 155-160, 2015.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B. de; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. do C. G.; ÍTAVO, V.C.B.F.; NOGUEIRA, E.; MENEZES, B. B. de; MATEUS, R. G. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 45-54, jan./mar. 2016.

EMBRAPA. **Castração de bovinos de corte**: a decisão é do produtor! Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1997. 5 p. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 22).

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R. de. **Retrospectiva e perspectivas de cruzamentos no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/183/arquivos/RETROSPECTIVA%20E%20PERSPECTIVAS%20DE%20CRUZAMENTOS%20NO%20BRASIL.pdf>. Acesso em: 30 set. 2018.

FELICIO, P. E. de. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de (Org.). **Produção de novilho de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Desenvolvimento de bovinos de corte compostos no Brasil: o desafio do projeto Montana Tropical. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: SBMA, 2000. Disponível em: <http://www.sbmaonline.org.br/anais/iii/palestras/pdfs/iiip11.pdf>. Acesso em: 30 set. 2018.

FERREIRA, I. C.; SILVA, M. A.; REIS, R. P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEREDO, G. R. Análise de custos de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 3, p. 385-391, jun./2004.

GAZZIERO, D. L. P.; KARAN, D.; ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; VOLL, E. Resistência das plantas daninhas. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p. 229-234.

GÖRGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. N. da; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Tricoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p.1583-1590, dez. 2009.

GRANDIN, T. Bruises and carcass damage. **International Journal for the Study of Animal Problems**, v.1, p.121-137, 1980.

GOULART, R. S. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências líquidas de crescimento de bovinos Nelore e três cruzamentos *B. taurus* x Nelore**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

ÍTAVO, L. C. V.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; EUCLIDES FILHO, K.; MORAIS, M. G.; SILVA, F. F.; GOMES, R. C.; SILVA, J. B. P. Desempenho produtivo, características de carcaça e avaliação econômica de bovinos cruzados, castrados e não-castrados, terminados em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1157-1165, 2008.

MACHADO, L. A. Z.; CECCON, C. Sistemas integrados de agricultura e pecuária. In: PIRES, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. V. 2, p. 1401-1419.

MEDEIROS, S. R. de; ALMEIDA, R. de; LANNA, D. P. D. Manejo da recria – eficiência do crescimento da desmama à engorda. In: PIRES, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. V. 1, p. 159-170.

MENDONÇA, F. S.; VAZ, R. Z.; COSTA, O. A. D.; GONÇALVES, G. V. B.; MOREIRA, S. M. Fatores que afetam o bem-estar de bovinos durante o período pré-abate. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, 2016.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, Nov. 1993.

PAULA, M. C. de; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. dos S.; KUSS, F.; MARTINS, A. de S. Características de desempenho e de carcaça de fêmeas bovinas oriundas de diferentes cruzamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais**... Jaboticabal: SBZ; Unesp, 2007.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. D. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1079–1087, jun. 2008.

PEIXOTO, A. M. Bovinos para o confinamento. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Ed.). Bovinocultura de corte: fundamentos da exploração racional. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 269-301. (FEALQ. Atualização em Zootecnia, 8).

PEIXOTO, A. M. Associação entre tipo e produção. In: PIRES, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. V. 1, p. 75-86.

PIRES, P. P. Identificação e gerenciamento eletrônicos de bovinos. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá, MS. **Anais eletrônicos**... Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2002. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/04pt01.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2010.

PORTO, J. C. A.; FEIJÓ, F. L. D.; SILVA, J. M. da; GOMES, A.; KICHEL, A. N.; CIOFFI, J. C. **Desempenho e características de carcaça de bovinos f1 pardo suíço corte x nelore, inteiros ou castrados em diferentes idades**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 17 p. (Embrapa Gado de Corte. Boletim de Pesquisa, 12).

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C. A.; FATURI, C.; ROSA, J. R. P.; PASCOAL, L. L.; BERNARDES, R. A. C.; KUSS, F. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, 2000.

SILVA, B.; POLETI, M. D.; MONCAU, C. T.; ROSA, A. F.; SILVA, S. D. L.; BALIERO, J. C. D. C. Características endócrinas, metabólicas e indicadoras da qualidade da carne em bovinos Nelore castrados e não castrados. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 904–910, maio 2014.

TEIXEIRA, R. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Heteroses materna e individual para ganho de peso pré-desmama em bovinos Nelore × Hereford e Nelore × Angus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 4, p. 518-523, 2005.

TURINI, T.; RIBEIRO, E. L. de A.; ALVES, S. J.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. das D. F. da. Desempenho de bovinos inteiros e castrados em sistema intensivo de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciencias Agrarias**, v. 36, p. 2339–2352, 2015. Suplemento 1.

VALLE, E. R. do. **Boas práticas agropecuárias**: bovinos de corte. 2. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010. 67 p.



David J. Bungenstab

Capítulo 34

Suplementação de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária-floresta

Sergio Raposo de Medeiros
Rodrigo da Costa Gomes
Luiz Orcírio Fialho de Oliveira

A suplementação de bovinos em pastagens

A suplementação alimentar tem grande impacto na sustentabilidade de sistemas de produção de bovinos de corte, especialmente no Brasil Central Pecuário. Isto se deve ao fato de que há uma marcante sazonalidade na produção forrageira nessa região com a forte redução do crescimento das plantas na estação seca. Obviamente, o fator de crescimento mais limitante é a água, mas o fotoperíodo mais curto e as temperaturas mais baixas também limitam a disponibilidade forrageira das pastagens. Agravando o problema da menor disponibilidade de pastagem, está o fato de que as forrageiras apresentam qualidade nutricional mais baixa, especialmente pelo envelhecimento dos tecidos vegetais, consequência da redução de conteúdo celular e lignificação. Mesmo para baixas taxas de lotação, a combinação de menor oferta e qualidade inferior da forragem resulta em perda de peso dos animais ou taxas de ganho muito baixas.

A suplementação estratégica na época seca, quando corretamente realizada, faz com que a perda de peso seja revertida para ganhos moderados ou, pelo menos, que haja a manutenção de peso dos animais. Quando as condições forem favoráveis, especialmente as econômicas, o uso de suplementações mais intensas, visando maiores ganhos de peso, pode ser interessante para o sistema, dependendo dos objetivos do produtor. Os fatores que mais influenciam nesta decisão são, usualmente, o preço de venda dos animais, o preço dos grãos e a disponibilidade de forragem (Figura 1).

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 1. Animais em suplementação no período seco em pastagem com boa disponibilidade forrageira.

A maior disponibilidade e qualidade das pastagens em sistemas de integração podem ser potencializadas pela suplementação. Quando a qualidade da forragem é elevada, a suplementação alimentar, principalmente a proteinada, pode ser dispensada (Ver item sobre "Pasto Safrinha"). Muitas vezes, nessas situações, a suplementação com alimentos energéticos (Figura 2), como o milho moído fino, pode ser interessante, porém, o custo baixo do suplemento nesse caso é fator crucial, pois provavelmente irá ocorrer substituição do pasto pelo suplemento. Seja na opção de não suplementar ou usar alimentos energéticos, previamente deve ser feito um estudo criterioso de viabilidade destas opções.



Foto: Josimar Lima

Figura 2. Suplementação animal com alimentos energéticos em pastagem de boa qualidade.

A suplementação alimentar, quando economicamente viável, pode ser uma excelente ferramenta para aumentar a eficiência produtiva, inclusive de sistemas mais intensivos como os de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Portanto, o objetivo deste capítulo é apresentar e discutir diversas opções de suplementação de bovinos de corte dentro do contexto de sistemas integrados de produção.

Conceitos e recomendações para suplementação de bovinos de corte

A suplementação de bovinos de corte em pastagens tem alguns conceitos básicos que devem ser observados para evitar problemas e melhorar a eficiência de sua utilização dentro do sistema produtivo. Os principais aspectos a serem observados são:

1) A suplementação pode ser feita em qualquer época do ano, mas a melhor resposta é a da suplementação estratégica na seca, pois ela corrige a limitação primária de proteína das pastagens e permite que o animal aumente o consumo da forrageira de baixa qualidade. O maior consumo e o melhor aproveitamento dos nutrientes da forragem levam a incrementos em vários índices zootécnicos, especialmente ganho de peso e taxas de concepção.

2) É fundamental que haja boa massa de forragem para que a suplementação na seca tenha o efeito positivo desejado. Por isso, recomenda-se a vedação das pastagens antes do período seco para maximizar o acúmulo de forragem. Entende-se por

vedação, a retirada de animais de uma área para permitir o crescimento livre e o acúmulo de capim. Recomenda-se, no geral, que a pastagem tenha entre 4 a 6 toneladas de matéria seca por hectare no início da estação seca e que a lotação da mesma fique em torno de uma unidade animal por hectare (450 kg de peso vivo por hectare - UA ha^{-1}). No caso do Brasil Central, onde a estação seca vai de maio a setembro, uma opção é vedar 1/3 das pastagens em fevereiro e 2/3 em março para serem usadas, respectivamente, entre junho-julho e agosto-setembro, de forma que haja massa de forragem suficiente para os animais em suplementação ao longo de todo o período seco.

3) É muito importante dar conforto aos animais. No caso da suplementação, é fundamental observar-se a oferta de espaço de cocho, ou seja, quantos centímetros lineares estão disponíveis por cabeça. Além de se evitar estresse por competição, a facilidade de acesso ao cocho para todos os animais tem efeito positivo no consumo do suplemento e, particularmente, na uniformização do consumo pelo lote, melhorando o desempenho final do mesmo.

4) Os desempenhos, em termos de ganho de peso, para cada fase de vida do animal (primeira estação de águas, primeira estação seca, segunda estação de águas, segunda estação seca e assim por diante) devem ser preferencialmente crescentes.

5) Os níveis de inclusão, ou quantidade de suplemento por cabeça, podem ser variados e a escolha deve ser baseada nos custos do suplemento e do produto, bem como dos objetivos do produtor.

6) Fazendo um comparativo entre o sal proteinado e a ração de semiconfinamento, o primeiro permite, por animal, ganhos de peso da ordem de 200 a 400 g dia^{-1} e o segundo, entre 700 e 1.000 g dia^{-1}. Todavia, a ingestão de suplemento é bem menor com sal proteinado, ficando em torno de 0,1 a 0,2% do peso vivo (PV), ou seja, 0,45 a 0,9 kg UA^{-1} dia, enquanto o consumo de ração de semiconfinamento gira em torno de 1% do PV (4,5 kg UA^{-1} dia). Assim, o uso de sal proteinado geralmente promove relações custo-benefício mais vantajosas.

7) Em função do exposto no item anterior, pode não ser muito interessante economicamente a oferta de suplementos em níveis intermediários de consumo, como por exemplo, de 0,6% do PV, ou seja, 2,7 kg UA^{-1} dia). Essa estratégia não é encorajada porque as quantidades intermediárias não propiciam nem o desempenho animal obtido com ração de semiconfinamento e nem a boa relação custo-benefício conseguida com o sal proteinado.

8) Deve-se frisar que a eficiência do suplemento diminui à medida que se aumenta a quantidade que é fornecida para o animal. Isso quer dizer que o segundo quilo de suplemento não proporciona o ganho de peso que o primeiro quilo proporcionou. Por exemplo, se 1 kg de suplemento proporcionou 300 g dia-1 de ganho de peso, o fornecimento de 2 kg de suplemento muito provavelmente não irá resultar em um ganho de 600 g dia^{-1}. Seja qual for a opção do produtor, é importante que ele tenha consciência dessas informações e sempre observe a relação custo-benefício da suplementação.

Principais formas de suplementação no período seco

A seguir estão apresentados os parâmetros básicos das principais formas de suplementação de bovinos na seca, que são: o sal mineral com ureia, o proteinado ou mistura múltipla e a ração de semiconfinamento. Todas elas podem ser usadas em sistemas de ILPF e em todos os casos recomenda-se que a lotação da pastagem seja próxima de 1 UA ha-1. Lotações maiores somente são recomendáveis em condições especiais de disponibilidade muito grande de forragem nas pastagens.

Sal mineral com ureia

O sal mineral com ureia é a alternativa de suplementação de menor investimento na seca. O objetivo é a manutenção de peso dos animais no período. É necessário que haja boa disponibilidade de forragem, ainda que de baixa qualidade (Figura 3). O consumo recomendado é de aproximadamente 100 g UA^{-1}, sendo que cerca de 30% dessa quantidade é de ureia. O espaço linear de cocho recomendado é de, no mínimo, seis centímetros por animal.



Foto: Davi J. Bungenstab

Figura 3. Suplementação de sal mineral com ureia indevidamente feita, pela baixa disponibilidade de forragem.

A utilização inadequada de ureia causa intoxicação, podendo levar o animal à morte. Portanto, não se deve fornecer ureia para animais em jejum e/ou muito magros.

É imprescindível a realização de adaptação dos bovinos ao consumo de ureia. Para isso, uma sugestão prática e bastante segura é fazê-la como mostrado na Tabela 1

Tabela 1. Exemplo prático de estratégia de mistura de sal mineral com ureia para adaptação de bovinos ao suplemento.

Período	Sal mineral convencional	Sal mineral com ureia
Primeira semana	2 sacos	1 saco
Segunda semana	1 saco	1 saco
Terceira semana em diante	Apenas sal mineral com ureia	

Para melhor aproveitamento, a ureia deve ser associada a uma fonte de enxofre, de maneira que seja atendida a relação de 10 a 15 partes de nitrogênio para 1 parte de enxofre. De forma prática, para cada 100 kg de ureia pode-se adicionar 4 kg de flor de enxofre ou 15 kg de sulfato de amônio. Na Tabela 2, são apresentadas duas formulações de sal mineral com ureia, sendo uma com o sulfato de amônio e outra com flor de enxofre.

Tabela 2. Exemplos de formulações de sal mineral com ureia, tendo como base o sal mineral tradicional.

Ingrediente	Formulação 1	Formulação 2
Sulfato de Amonio (%)	3	-
Flor de Enxofre (%)	-	1
Ureia (%)	30	30
Sal Mineral (%)	67	69
Total	**100**	**100**

Os principais cuidados no fornecimento da ureia, além da adaptação dos animais, são:

1) Não utilizar em pastos com baixa disponibilidade de forragem, mas priorizar os de alta disponibilidade e baixo valor nutritivo, como as pastagens vedadas;

2) Misturar bem a ureia no sal mineral e fornecer continuamente;

3) Fornecer a mistura, de preferência, em cochos cobertos;

4) Os cochos devem estar assentados em desnível e serem furados, para drenar eventual água de chuva. Dessa forma evita-se o acúmulo de água e o risco de intoxicação pela ingestão excessiva da ureia solubilizada.

Em caso de eventual intoxicação com ureia, existe tratamento eficaz se o problema for diagnosticado a tempo. O antídoto mais comum é o vinagre ou solução de ácido acético a 5%. Por ser um procedimento terapêutico, deve ser conduzido por profissional habilitado. Todavia, o tratamento só será possível se aplicado logo que surgirem os primeiros sintomas, o que normalmente é difícil de ser observado. Em função da dificuldade operacional e do pequeno espaço de tempo entre os sintomas e a morte do animal, é fundamental focar o máximo empenho nas medidas preventivas acima listadas, que são bastante eficazes.

Mistura múltipla ou sal proteinado

A mistura múltipla, mais conhecida como proteinado, é a alternativa de suplementação que costuma ter a melhor relação custo-benefício (Figura 4). Em pastagens com boa disponibilidade forrageira e lotação de 1 UA ha^{-1}, possibilita ganhos de peso em torno de 200 a 400 g $cabeça^{-1}$ dia.



Fotos: Davi J. Bungenstab

Figura 4. Detalhes de cocho para fornecimento de suplemento proteinado em pastagens no Centro-Oeste brasileiro.

O proteinado tem maior custo que o sal com ureia, porém como também é fornecido em baixa quantidade por animal (1 a 2 g kg^{-1} de PV), essa suplementação torna-se mais facilmente viável do ponto de vista econômico. O espaço linear de cocho recomendado para o fornecimento do proteinado é de 12 a 15 cm por animal.

O abastecimento do cocho com o proteinado deve ser realizado com a maior frequência possível, dentro das possibilidades de cada estabelecimento. A frequência ideal é determinada por circunstâncias locais, como custo e disponibilidade de mão-de-obra, distância dos pastos e padrão de consumo dos animais. Todavia, não se recomenda intervalos maiores que uma semana para o abastecimento dos cochos. De fato, um dos maiores desafios do uso do proteinado é garantir que o consumo fique próximo ao planejado. Algumas vezes ocorre que o mesmo proteinado sendo oferecido na mesma fazenda, em pastos similares e para lotes similares, apresenta variações de consumo. Por isso, monitorar o consumo é altamente recomendável, tanto para determinar a frequência de abastecimento dos cochos, de forma a atingir o consumo planejado, quanto para se saber exatamente o custo financeiro da suplementação.

Quando o consumo do proteinado estiver baixo, a melhor opção é a redução dos teores de cloreto de sódio (sal comum ou sal branco) da mistura. Não sendo isso possível, como no caso de produtos comerciais já misturados, pode-se tentar o aumento de disponibilidade de cocho ou diluir a mistura com milho moído ou outro ingrediente a base de grãos. Todavia, essa última opção pode ter resultados de aumento de consumo bastante variáveis. Por isso, a inclusão deve ser feita gradativamente e em pequenas quantidades (2% a 3% da mistura, por exemplo) e o monitoramento do consumo e do comportamento dos animais deve ser intensificado.

No caso de consumo acima do desejado, pode-se aumentar o cloreto de sódio na mistura. Caso isso seja inviável, ou o consumo ainda permaneça acima do desejado mesmo com o aumento do teor de sódio, uma alternativa é fornecer a quantidade cujo consumo médio atenda a meta, mesmo que os animais consumam tudo antes do final do período previsto. Por exemplo, colocamos a quantidade prevista para o lote consumir em três dias e, mesmo que haja consumo total do produto em apenas dois dias, voltamos a colocar a mesma quantidade apenas no quarto dia. Existem indicações de que esse dia que o animal fica sem consumir não afeta substancialmente o benefício da suplementação. Evidentemente,

essa é uma estratégia extrema e deve ser usada apenas quando outras ações não derem resultado. Neste caso, é também vital assegurar o espaço no cocho de mais de 12-15 cm lineares para cada animal. Outro ponto muito importante é que não se deve deixar de fornecer o suplemento por períodos maiores que um dia, sendo esta recomendação ainda mais crítica se estiver sendo usando algum aditivo alimentar misturado ao proteinado.

na Tabela 3, estão apresentados dois exemplos de formulação de proteinado para consumo mínimo de 1 g kg^{-1} de PV e 2 g kg^{-1} de PV. Em função da variação nesse consumo, recomenda-se a meta de consumo entre 1 a 2 g kg^{-1} de PV para o primeiro e 2 a 3 g kg^{-1} de PV para o segundo.

Tabela 3. Exemplos de formulações de misturas múltiplas (proteinados) que podem ser produzidas no próprio estabelecimento rural.

Ingrediente (%)	Consumo de 1 a 2 g kg^{-1} PV/animal	Consumo de 2 a 3 g kg^{-1} PV/animal
Milho, triturado	20	30
Farelo de Soja	30	25
Sal Mineral	20	20
Sal Comum (NaCl)	17	20
Ureia	12	4
Sulfato de Amonio	1	1
Total	**100**	**100**

PV: Peso Vivo

Ração de semiconfinamento

Entre as opções de suplementações mais utilizadas, a ração de semiconfinamento é a alternativa de maior risco econômico, devido ao alto consumo e ao ganho de peso dos animais em níveis satisfatórios ser menos garantido que o de outras alternativas de suplementação. Todavia, o semi-confinamento pode ser uma opção interessante para adiantar a terminação dos animais em pasto, sem necessitar de estrutura de confinamento e produção de volumoso (Figura 5).

Fotos: Davi J. Bungenstab



Figura 5. Animais de terminação em semiconfinamento com boa disponibilidade de forragem.

O ganho de peso dos bovinos de corte com esse tipo de suplementação varia de 700 a 1.000 g cab^{-1} dia para um consumo com base na matéria seca, de 1% do peso vivo. O espaço linear mínimo de cocho recomendado é de 50-60 cm por animal, sendo bem maior que o das outras suplementações, para permitir que todos os animais do lote tenham acesso ao concentrado ao mesmo tempo. Nesse tipo de suplementação, é fundamental que sejam observados os seguintes pontos:

- Dividir o fornecimento do concentrado em dois tratos, um pela manhã e outro pela tarde. A manutenção de horários bem definidos de oferta é importante, pois essa rotina traz conforto aos animais e os condiciona a estarem próximos aos cochos no momento do fornecimento. É importante lembrar que os bovinos têm comportamento de grupo, o que faz com que um animal chegue ao cocho apenas enquanto o grupo esteja perto dos mesmos. Se o grupo for embora, por instinto, o animal desgarrado o seguirá, mesmo que o seu desejo fosse ficar um pouco mais para consumir o concentrado. Isto reforça a necessidade de espaço de cocho suficiente para garantir o consumo simultâneo por todos os animais do lote.
- Existem relações de dominância entre os bovinos. Considerando-se que a "distância de fuga" de um bovino (distância mínima a partir da qual ele se sente ameaçado por outro animal) é igual ao comprimento do seu corpo, é recomendado que a distância entre os cochos (e/ou das linhas de cocho) seja em torno de dois corpos. Dessa forma, um animal submisso pode optar por um cocho onde não esteja um animal do qual ele tem medo e, mesmo que o bovino dominante esteja no cocho ao lado, o submisso não se sente ameaçado, consumindo tranquilamente o concentrado. O procedimento de afastar os cochos, portanto, ajuda com que o consumo seja mais uniforme entre os animais.
- Não se deve planejar a suplementação por períodos muito prolongados como, por exemplo, por mais de 60 dias. Isto porque, sem o crescimento foliar e com o consumo seletivo de folhas pelos animais, a relação colmo:folha fica muito elevada com o passar do tempo e, consequentemente, o ganho de peso cai substancialmente. Essa situação é agravada pelo aumento da exigência dos animais à medida que se aproximam do ponto de abate. Assim, quando se optar por fazer o semiconfinamento por mais de 60 dias, recomenda-se usar duas ou mais pastagens vedadas em sequência.
- O exposto no parágrafo acima pressupõe a situação típica de suplementação em pastagens vedadas, onde se utiliza uma lotação de 1 UA ha^{-1} e uma disponibilidade mínima inicial de 4.000 kg MS ha^{-1}. Na maioria das vezes, a integração lavoura-pecuária permite acúmulos maiores de forragem e, consequentemente, maiores lotações. Entretanto, da mesma forma que em pastagens tradicionais, não se recomenda o prolongamento excessivo de tempo de semiconfinamento pela perda de qualidade da pastagem, em função do envelhecimento das plantas e do acúmulo de colmos. Importante frisar que no semiconfinamento o ajuste da lotação deve ser realizado de forma a priorizar o desempenho individual e não a produção de carne por área. Por isso, é mais aceitável subpastejar a área, com lotações menores

que a ideal, tendo como resultado o melhor desempenho de cada animal. Com isso obtém-se o abate de animais mais pesados em menos tempo. O inverso, que seria superpastejar a área, com lotações maiores que a ideal, além de reduzir o desempenho individual, compromete a longevidade da pastagem e, por isso, não é recomendado.

- Em função do exposto no item anterior e dos ganhos de peso previstos, os animais que melhor se enquadram na prática do semiconfinamento são animais que necessitam apenas cerca de 40 a 50 kg para atingirem o peso mínimo de abate. Portanto, machos com mais de 400 kg e fêmeas acima de 300 kg seriam candidatos ao semiconfinamento, desde que uma análise de viabilidade financeira recomende a prática. A planilha BCSS, desenvolvida pela Embrapa Gado de Corte, pode ajudar nessa avaliação[1].

Na Tabela 4 estão apresentadas duas opções de formulação de ração para semiconfinamento. É importante lembrar que, no caso do semiconfinamento, é possível e até recomendável fazer-se uma formulação específica para cada situação. Devido à possibilidade de se fazer um melhor ajuste da dieta às condições específicas da pastagem e do aproveitamento de ingredientes locais, recomenda-se buscar a ajuda de um técnico especializado para fazer uma formulação específica.

Tabela 4. Exemplos de formulações para semi-confinamento que podem ser produzidas no próprio estabelecimento rural.

Ingredientes (%)	Formulação 1	Formulação 2
Milho triturado	69,80	18,40
Casca de Soja	-	68,00
Farelo de Soja	28,00	-
Farelo de Algodão	-	11,00
Ureia	1,00	1,50
Sulfato de Amônio	0,10	0,15
Sal Comum (NaCl)	0,40	0,20
Sal Mineral	0,70	0,70
Total	**100,00**	**100,00**

Finalmente, é importante lembrar que as sugestões aqui apresentadas para os diversos tipos de suplementação são valores mínimos de referência e podem ser alterados caso a observação sugira que não seja a ideal para a situação específica. Além disso, a logística para a quantidade de suplemento a ser ofertado diariamente pode ser desafiadora, demandando mais mão-de-obra, máquinas e equipamentos. Tal fato deve ser levado em conta ao se decidir utilizar, principalmente, suplementações de alto consumo como rações para semiconfinamento.

[1] A planilha pode ser obtida no endereço eletrônico www.ilpf.cnpgc.embrapa.br.

O que muda na suplementação de bovinos em sistemas de integração

No caso da suplementação de bovinos em pastagens nos sistemas de produção em integração com lavoura e/ou com florestas, são válidos os mesmos conceitos apresentados e que são utilizados com sucesso em sistemas tradicionais, sem o componente arbóreo ou lavouras. A maior mudança que ocorre em sistemas de integração é que, em situações de ILP, as pastagens têm pelo menos duas características melhores do que as situações convencionais: maior produção por área e melhor qualidade da forrageira. No caso da suplementação a pasto, o fator preponderante é a maior disponibilidade de forragem relacionada com a melhor fertilidade do solo devida aos resíduos de adubação das lavouras.

Nesse caso, quando são comparadas pastagens com maior ou menor disponibilidade de forrageira, utilizando-se níveis semelhantes de fornecimento do suplemento e mesma taxa de lotação, naturalmente a pressão de pastejo sobre a pastagem com maior disponibilidade forrageira é menor. Essa condição permite uma maior seleção das partes mais nutritivas das plantas pelos animais e, portanto, melhor desempenho. Assim, no caso da faixa usual de desempenho obtido com proteinado, o resultado com pastagem em sistema de integração tem maior probabilidade de ficar próximo aos maiores ganhos. Por outro lado, como as pastagens têm melhor qualidade, as diferenças de ganho entre animais não suplementados e suplementados são menores.

Como usualmente existe maior disponibilidade forrageira em sistemas de integração, se a lotação animal for aumentada, de forma que a pressão de pastejo entre os dois sistemas (ILP x Pecuária convencional) seja a mesma, espera-se que o desempenho dos animais nas duas pastagens seja semelhante. Portanto, o resultado final do sistema em integração seria maior devido à maior lotação animal e, consequentemente, maior produção de carne por área.

Outro ponto relevante, é que os sistemas de ILP podem permitir uma alta lotação animal por curtos períodos, aumentando o número de animais a serem suplementados, favorecendo a economia de escala. Há casos de suplementação de 700 a 1.000 animais em módulos de 100 hectares. Nestas situações, as recomendações de disponibilidade de cocho já citadas são ainda mais importantes para permitir o consumo almejado de suplemento por todos os animais.

No caso da suplementação em sistema de integração que tem o componente arbóreo, duas características são muito relevantes. A primeira é que há uma menor taxa de acúmulo e um melhor valor nutritivo da forragem. Paciullo et al. (2011) relataram diferenças no número de perfilhos e na massa de forragem verde de Urochloa decumbens de aproximadamente 15%, comparando-se locais de maior e menor sombreamento por fileiras de árvores, principalmente Acacia mangium e Eucalyptus grandis. Por sua vez, Behling Neto et al. (2012) observaram reduções em torno de 50% na disponibilidade média anual de matéria seca verde de capim-piatã em sistema de ILPF comparado com sistema de ILP (1.156 kg ha^{-1} e 2.307 kg ha^{-1} respectivamente). Estes resultados indicam que a capacidade de suporte de sistemas integrados com floresta é menor.

A outra característica importante de sistemas ILPF é o sombreamento, que possui claro efeito sobre a qualidade da forragem. Gramíneas em sombreamento entre as fileiras de árvores apresentam teores de proteína bruta 15% a 40% maiores que em pastagens em sol pleno, além de maiores valores de digestibilidade (Sousa et al., 2007, Moreira et al., 2009; Behling Neto et al., 2012). Dessa forma, as necessidades proteicas do animal neste tipo de sistema podem ser mais facilmente atendidas pela própria pastagem e, consequentemente, os níveis de suplementação proteica podem ser menores, muitas vezes reduzindo o custo da mesma. O aspecto de bem-estar animal nesses sistemas pode ter efeito sinérgico no desempenho animal com a suplementação. O assunto está tratado especificamente em outro capítulo desta obra.

Oportunidades de suplementação com sistemas de integração

Pasto safrinha

O pasto safrinha, plantado entre as safras de verão, é uma excelente alternativa de alimentação nas integrações lavoura-pecuária. Utilizado em momento estratégico – geralmente disponível por 3 a 5 meses do ano, durante o período de seca, permite lotações elevadas (até 3 UA); dependendo das condições de plantio e da forrageira utilizada, com ganhos de peso semelhantes às pastagens no verão.

Por ter um período fixo, e de curta duração, deve ser utilizado estrategicamente, devendo-se considerar o destino dos animais quando da retirada da área – geralmente em meados de setembro a fim de disponibilizá-la para as práticas da agricultura (dessecagem, preparo de solo e plantio, por exemplo).

Duas categorias (fases) de animais – bezerros e bois em terminação podem capitalizar melhor o uso desse capim. Os bezerros pela sua natural melhor conversão e animais em terminação pelo efeito do ganho na deposição de gordura.

O primeiro pastejo (prazo máximo de 60 dias) permite ganhos que podem ir de 700 a 900 g cabeça^{-1} dia, perdendo gradativamente o desempenho à medida que diminui a oferta e piora a qualidade da forragem. Uma alternativa de manejo que pode melhorar os resultados, é a divisão da área em módulos e o seu uso escalonado em conformidade com o plantio, de forma a fazer um "pastejo de ponta" do capim para os animais que se deseja maior desempenho.

No caso de bois em terminação, na eventualidade dos mesmos não estarem prontos ao final do período (momento de retirada), deve ser preparada condições para suplementação com concentrado nas melhores pastagens da propriedade (semiconfinamento), evitando riscos de se perder os ganhos do pasto safrinha ou a terminação no "confinamento a pasto", situação em que a qualidade do pasto tem pouca influência no ganho. No caso de bezerros, que irão continuar o ciclo de engorda na propriedade, deve-se ajustar uma estratégia de suplementação de transição que permita que os animais adaptam-se as novas condições de pasto sem perda de desempenho, fazendo o uso de suplementos energéticos ou até de concentrados.

Pasto safrinha, geralmente tem elevados índices de proteína (acima de 10%) e digestibilidade (acima de 60%), sendo necessária adequada suplementação mineral. Em casos especiais de acabamento de carcaça, pode ser feito o uso de suplementos energéticos e/ou misturas múltiplas, visando aumentar a energia da dieta, cuja resposta é reduzida em função de haver substituição da forragem pelo concentrado. A substituição da forragem pelo concentrado é tão maior quanto maior for a qualidade do pasto.

Uso de resíduos de processamento de grãos

Especialmente a ILP oferece oportunidades de uso de resíduos dos beneficiamentos dos grãos produzidos nas lavouras. Em geral, o uso dos resíduos é muito atraente do ponto de vista econômico. Todavia, há alguns desafios no seu uso, sendo o principal deles a grande variação quanto ao seu valor nutritivo. Na Tabela 5 são apresentados valores nutricionais de alguns resíduos de soja analisados em laboratórios comerciais.

Tabela 5. Valores nutricionais de alguns resíduos do processamento da soja analisados em laboratórios comerciais.

Tipo de resíduo	Matéria Seca (MS) (g kg^{-1})	Proteína Bruta (g kg^{-1} MS)	Gordura (g kg^{-1} MS)	Cinzas (g kg^{-1} MS)
Resíduo de Soja 1	900	302	78	97
Resíduo de Soja 2	968	193	66	470
Resíduo de Soja 3	921	300	109	11
Resíduo de Soja 4	994	183	62	64
Variação máxima	10%	65%	76%	4173%

Nesses dados, pode-se notar uma grande variação no conteúdo de proteína, de gordura e de matéria mineral. Inclusive, pode-se notar uma grande proporção de resíduo mineral (cinzas) no Resíduo de Soja 2 (quase 50% do peso). O valor energético deste resíduo, evidentemente, é muito baixo e, por menor que seja o valor para sua aquisição, seu custo por unidade de energia é muito alto. Fica claro, portanto, que no caso da compra de resíduos, é imprescindível fazer a análise química antes de adquiri-los.

As análises a serem realizadas dependem do tipo de resíduo, mas, de forma geral, é importante que seja determinado o conteúdo de energia, como Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), com a fórmula sugerida por Weiss et al. (1992). Para usar essa fórmula, usualmente referida como "fórmula de Weiss", é necessária a determinação dos teores de: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDIN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina sulfúrica (LIG). É importante que, ao levar a amostra a um laboratório, sejam solicitadas as análises citadas. Uma planilha eletrônica que automatiza o cálculo e armazenamento do resultado pode ser encontrada em www.ilpf.cnpgc.embrapa.br. O uso deste modelo é bastante simples e os resultados obtidos têm sido adequados para uso em formulação de suplementos e dietas.

Ainda com relação ao valor nutritivo dos resíduos, é preciso ter cuidado com sua variação em função de sua origem. Mesmo que existam valores-padrão para um resíduo identificado

pelo mesmo nome daquele que se quer usar, há grandes chances de que estes sejam diferentes. Essa diferença pode ser simplesmente porque os resíduos variam em função do local em que são produzidos, e, especialmente, porque diferentes produtos podem receber o mesmo nome e vice-versa. Como exemplo, no caso dos resíduos listados na Tabela 5, quando recebidos no laboratório, os nomes atribuídos pelos solicitantes foram: "resíduo de soja", "quirera de soja" e "baginha de soja".

Outra questão problemática quanto aos resíduos é que, da mesma forma que não há padrão para o conteúdo de nutrientes, não existe padrão também para sua granulometria. Isso dificulta sua secagem, pois se a regulagem do secador for feita para os grãos maiores, a parte mais fina pode acabar tostada, reduzindo seu valor nutritivo. De maneira inversa, caso seja feita a regulagem para não queimar o "fino", as partículas maiores do resíduo ficam úmidas. Por essa razão e pelo baixo valor comercial, muitas vezes o resíduo não é secado. Todavia, a umidade acima de 15% facilita o desenvolvimento de microrganismos. No caso de fungos, pode haver a produção de micotoxinas e algumas delas podem causar grandes prejuízos, mesmo em quantidades muito pequenas. Os principais efeitos das micotoxinas são: queda no desempenho e eficiência produtiva, problemas reprodutivos, redução na resistência imunológica e indução a danos patológicos no fígado e outros órgãos. Frequentemente, o prejuízo causado pela ação das micotoxinas passa despercebido, pois ocorre sem sinais clínicos, causando apenas uma "quebra" no ganho de peso, que nem sempre é identificada ou devidamente relacionada com presença de micotoxinas na suplementação.

Existem kits comerciais para diagnóstico de micotoxinas, porém, como estas ocorrem de forma concentrada, mesmo que seja feita uma amostragem cuidadosa, é possível que um lote de resíduo ruim seja dado como bom e que um lote bom seja rejeitado, dependendo de onde caírem os pontos de amostragem. Portanto, a prevenção é a melhor opção.

O armazenamento apenas de ingredientes com baixa umidade (< 10%), feito em locais protegidos de insetos e ácaros, favorece sua conservação. O aumento do teor de umidade e ataque de pragas, além do maior risco de contaminação, causa perda de valor nutritivo. O uso de ácidos orgânicos, especialmente os ácidos propiônico e acético, podem ajudar a manter a qualidade nutricional do alimento, pois eles inibem o desenvolvimento de microrganismos. A quantidade de ácidos orgânicos a ser usada depende da umidade e do tempo de armazenagem do produto. Para materiais já contaminados, medidas de descontaminação são pouco práticas.

Se o resíduo estiver em boas condições e seus valores nutricionais forem determinados, os mesmos podem ser utilizados como qualquer outro ingrediente, usualmente promovendo maior economicidade para o sistema.

Pastejo de restos culturais de lavouras

O pastejo de restos culturais é outra forma de suplementação de bovinos em sistemas de integração. Bons resultados têm sido obtidos com pastejo em áreas de lavoura logo após a colheita, sendo mais o uso de palhadas de milho, sorgo e milheto.

O pastejo de restos culturais dispensa investimentos com fenação e evita custos com estocagem e distribuição, deixando ainda uma grande parte dos restos culturais na área,

favorecendo a reciclagem de nutrientes e o plantio direto na palha. Existe ainda uma certa contribuição do esterco deixado pelos animais que, todavia, apresenta distribuição desigual, especialmente porque lotações baixas devem ser usadas.

Existem algumas dificuldades para o uso dessa estratégia de suplementação. A primeira delas é a grande variação no valor nutritivo dos restos culturais. As variações são devidas ao tipo de cultura, às proporções de cada parte da planta, ao estágio de maturidade no momento da colheita, dentre outras. O manejo da cultura também afeta a qualidade nutricional dos restos culturais. Normalmente, doenças e irrigação reduzem a qualidade da palhada enquanto a colheita antecipada dos grãos sempre melhora sua qualidade.

O valor nutritivo de restos culturais é baixo, semelhante ao de pastagens de má qualidade. Seu uso pode ser melhorado com suplementação estratégica, sendo particularmente importante a correção dos baixos valores de proteína bruta das palhadas.

O pastejo de restos culturais demanda infraestrutura como cercas e fornecimento de água. Para reduzir esses custos, pode-se usar cerca elétrica e "centros de manejo" para o fornecimento de água e suplementos.

Pastejo de restos culturais de milho

No caso do milho, pode-se observar na figura 6, a distribuição média dos diversos componentes da planta. Nota-se que 50% do peso total corresponde ao colmo, que tem baixo valor nutritivo.

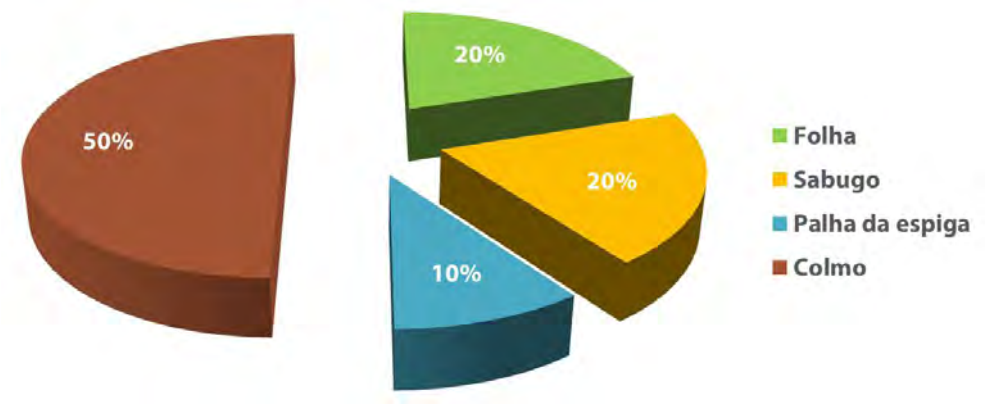


Figura 6. Composição da palhada de milho com a participação média de seus componentes.
Fonte: Bose; Martins Filho (1984).

Também no caso do milho, observa-se que, em termos de matéria seca, existe uma relação de quase 1:1 entre a produção do grão e da palha (Russel et al., 1993). Assim, uma lavoura com rendimento de 5 t ha^{-1} de grãos produzirá cerca de 5 t/ha de palha. Em condições ideais, essa quantidade teria capacidade de suporte de 3 UA durante um mês (Figura 7).

Fotos: Davi J. Bungenstab e Rodrigo da Costa Gomes



Figura 7. Animais em pastejo sobre restos culturais de milho, com detalhes da palhada.

Na Tabela 6 estão apresentados valores de teor de proteína bruta e digestibilidade dos componentes da palhada do milho.

Tabela 6. Valores de teor de proteína bruta e digestibilidade dos componentes da palhada do milho em percentuais da matéria seca.

Valor nutricional	Palhada total	Colmo	Folha	Sabugo
Proteína bruta (% da MS)	4,6	3,7	7,0	2,4
Digestibilidade (% da MS)	50,0	48,2	49,8	52,6

Fonte: Cruz (1992).

Todavia, segundo Gutierrez-Ornelas e Klopfenstein (1991), os grãos residuais nas espigas após a colheita são a maior fonte de nutrientes dos restos culturais do milho. Estima-se uma proporção de 2 a 8 g de grão de milho para cada 100 g de restos culturais. Em algumas situações eles chegam a ser 100% consumidos nos primeiros 21 dias de pastejo (Russel et al., 1993), dispensando a suplementação neste período.

Quanto aos hábitos de pastejo, os animais demonstram preferências por restos culturais do milho na seguinte ordem: 1) Grãos; 2) Palha da espiga; 3) Colmo; 4) Sabugo; 5) Folhas.

Portanto, percebe-se que não existe uma ordem por conteúdo de proteína ou valor energético, mas provavelmente por uma combinação de valor nutritivo e facilidade de consumo.

O grau de aproveitamento dos restos culturais do milho é tanto maior quanto maior a taxa de lotação. Fernandez-Rivera e Klopfenstein (1989), por exemplo, encontraram um aumento de quase 30% no aproveitamento dos resíduos pós-colheita de milho pastejados por novilhos durante 50 dias alterando a lotação de 1,54 para 2,47 cabeças ha^{-1}. Todavia, esse maior aproveitamento dos resíduos pós-colheita resulta em menores ganhos. Isso ficou bem demonstrado no trabalho de Russel et al. (1993), onde vacas de corte prenhes foram mantidas por 55 dias em resíduos pós-colheita de milho e suplementadas com soja em grãos na quantidade de 0,91 kg cab^{-1} dia. O experimento comparou lotações de 3,4 UA/ha; 1,7 UA ha^{-1} e 0,9 UA ha^{-1}. Os resultados de ganho de peso foram, respectivamente: -0,060 kg cab^{-1} dia, -0,010 kg cab^{-1} dia, e 0,410 kg cab^{-1} dia. O melhor desempenho com menores lotações é explicado por uma maior possibilidade de seleção dos resíduos pós-colheita pelos animais. As digestibilidades dos resíduos ingeridos pelos animais na lotação mais alta e na mais baixa foram de 53% e 62% respectivamente, ou seja, um aumento de quase dez pontos percentuais.

Pastejo de restos culturais de sorgo

Com relação à palhada de sorgo, normalmente, cada hectare cultivado deixa entre 3 a 8 t de palhada, sendo que essa quantidade costuma corresponder a 500% da quantidade de grãos. Uma característica interessante da pós-colheita do sorgo é que, na maturidade, não há morte dos tecidos vegetais, apresentando melhor qualidade de palhada que outras culturas de grãos (Figura 8).



Fotos: Davi J. Bungenstab

Figura 8. Bovinos de corte em fase de terminação em pastejo de restos culturais de sorgo.

Na Tabela 7, estão apresentados alguns valores nutricionais de palhadas de sorgo, que também são bastante variáveis entre si. Nota-se que o teor de proteína bruta é usualmente baixo, evidenciando a vantagem de se oferecer suplemento concentrado para animais pastejando resíduos de colheita de sorgo.

Tabela 7. Valores nutricionais da palhada de sorgo citadas por diferentes autores.

Valor nutricional	FEEDSTUFFS (1992)	BOSE (1991)	WARD (1978)
Proteína bruta (% da MS)	5,3	2,5	6,6
Energia – NDT (% da MS)	54,0	47,0	46,0

Fonte: Henrique; Bose (1997).

Em experimento com suplementação de 0,5 kg cab^{-1} dia de farelo de soja por 90 dias para vacas prenhes pastejando resíduo pós-colheita de sorgo, Ward (1978) obteve ganhos de peso de 230 g cab^{-1} dia, mostrando que a combinação das duas suplementações pode dar resultados satisfatórios, com a possibilidade, inclusive, de liberação estratégica de áreas de pastagens para recuperação.

Comparando opções de suplementação na seca

Para comparar opções de suplementação em termos de retorno econômico, está disponível o modelo BCSS no link www.ilpf.cnpgc.embrapa.br. Essa planilha eletrônica, sem custo e de fácil utilização, auxilia na tomada de decisão para vários sistemas de produção em diferentes situações. Para usá-la, basta baixar o arquivo no endereço acima e preencher as entradas, em amarelo, com os dados locais. Especialmente no início, recomenda-se usar a opção "Ajuda passo-a-passo, Tutorial", que permite ao usuário conhecer todos os recursos da planilha e fazer o correto preenchimento de dados, bem como a interpretar os resultados automaticamente obtidos nos cálculos.

Como exemplo de resultados muito úteis, tem-se o retorno do investimento para cada Real investido e o ganho de peso que representa o ponto de equilíbrio da suplementação, ou seja, o ganho de peso necessário para pagar todas as despesas com a suplementação.

Plano estratégico de suplementação

A suplementação deve ser vista sempre de forma sistêmica. O aumento da velocidade de crescimento (de ganho de peso) dos animais provoca reflexos positivos na redução do tempo de permanência dos animais, no aumento da oferta de capim aos animais em crescimento da propriedade, no aumento da produção de carne por hectare e, eventualmente, na redução do custo final de produção do animal. Uma análise restrita ao momento pode levar à tomada de decisões equivocadas, comprometendo o ciclo de crescimento dos animais jovens e o custo geral de produção de bois.

Além disso, o planejamento deve ser estudado com antecedência, de forma a permitir a previsão e reserva de recursos financeiros, recursos forrageiros, aquisição antecipada de insumos, preparação adequada das estruturas de campo e do operacional (máquinas, equipamentos e mão de obra).

O ideal é que sejam estabelecidos períodos, a fim de que sejam estabelecidos os critérios de prioridades e de utilização de cada tipo de suplementação, em conformidade com as oportunidades ou dificuldades das interações entre os recursos forrageiros, as demandas dos animais e os recursos financeiros (fluxo de caixa) e operacionais.

Considerações finais

Existem diversas oportunidades de aumento de eficiência de produção com o uso de suplementação de bovinos em sistemas de integração, especialmente utilizando-se resíduos de grãos e pastejo de resíduos pós-colheita. Para o melhor aproveitamento dessas oportunidades, ficam algumas sugestões simples, práticas e eficazes:

- Fazer o pastejo de palhadas de culturas de grãos por curtíssimos períodos para aproveitamento do grão residual;
- Confinar animais logo após um período de pastejo na palhada com suplementação, para maximizar o ganho compensatório no confinamento e aproveitar o início da adaptação dos animais ao concentrado;
- Uso da cerca elétrica para concentrar animais, fazendo o pastejo da palhada em faixas e aumentando a lotação instantânea. Isso aumenta a eficiência de uso do resíduo e promove a distribuição mais uniforme do esterco.

É importante lembrar que a suplementação alimentar deve ser sempre realizada em conjunto com a manutenção de uma boa massa de forragem, pois o objetivo é que estas sejam complementares. Por isso, o ajuste de lotação deve ser bem feito para permitir uma disponibilidade adequada de forragem para os animais. O objetivo final é que os melhores desempenhos esperados com suplementação em ILPF e o melhor aproveitamento de restos culturais e outros resíduos da agricultura reduzam a necessidade de insumos externos, melhorando a economicidade e reduzindo o impacto ambiental da atividade, com contribuição significativa para sustentabilidade da produção agropecuária.

Referências

BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; OLIVEIRA, C. C. Disponibilidade e valor nutritivo de capim-piatã em sistemas integrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília, DF. **Anais**... Brasília, DF: SBZ, 2012.

BOSE, M. L. V.; MARTINS FILHO, J. G. O papel dos resíduos agroindustriais na alimentação dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 199, p. 3-7, 1984.

CRUZ, G. M. Utilização dos restos culturais e plantas na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos. **Anais**... São Carlos: Embrapa, 1992. p 99-121.

FERNANDEZ-RIVERA, S.; KLOPFENSTEIN, T. J. Diet composition and daily gain of growing cattle grazing dryland and irrigated cornstalks at several stocking rates. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 2, p. 590-597, Feb. 1989.

GUTIERREZ-ORNELAS, E.; KLOPFENSTEIN, T. J. Changes in availability and nutritive value of different corn residues part as affected by early and late grazing seasons. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p. 1741-1750, Apr. 1991.

HENRIQUE, W.; BOSE, M. Milho e sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1997, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 229-258.

MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 706-713, jun. 2009.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, out. 20

RUSSEL, J. R.; BRASCHE, M. R.; COWEN, A. M. Effects of grazing allowance and system on the use of corn-crop residues by gestating beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 5, p. 1256-1265, May 1993.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, ago. 2007.

WARD, J. K. Utilization of corn and grain sorghum residues in beef cow forage systems. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 3, p. 831-840, Mar. 1978.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. S. A theoritically-based model for predicting total digestible nutrients values for forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 1-2, p. 95-110, Nov. 1992.



David J. Bungenstab

Capítulo 35

Controle parasitário de bovinos de corte em sistemas de integração

Paulo Henrique Duarte Cançado
João Batista Catto
Cleber Oliveira Soares
Paula de Almeida Barbosa Miranda
Taciany Ferreira de Souza
Eliane Mattos Piranda

Introdução

Com a expansão da utilização dos sistemas de ILP e ILPF, vêm a necessidade de se adaptar o conhecimento e as tecnologias existentes para aplicação nestes sistemas. Neste sentido, a integração com lavoura e/ou floresta introduzem componentes que podem afetar a epidemiologia das parasitoses dos bovinos de corte criados nestes sistemas. O componente "lavoura" provoca uma quebra do ciclo dos parasitas que contaminam as pastagens, tornando-as, em teoria, livres de parasitas após os processos de plantio e colheita da lavoura. Por outro lado, o componente florestal proporciona proteção contra a radiação solar o que pode favorecer a sobrevivência dos parasitas no sistema iLPF. Apesar destes novos componentes, é possível adaptar as tecnologias já existentes para os sistemas integrados. Neste capítulo serão discutidos, portanto, os mecanismos já consolidados de controle dos parasitas e formas de adaptá-los para esses sistemas.

A importância de se combater parasitas em bovinos em sistemas integrados

Diversas são as doenças dos bovinos que afetam a produção e reduzem o rendimento e lucratividade dos produtores. Boa parte dessas doenças, principalmente as provocadas por vírus e bactérias, podem ser evitadas ou controladas pelo uso de vacinas e outras medidas preventivas. No caso dos parasitas, é difícil a imunização do rebanho e estes acabam sendo o problema sanitário de maior importância para a produção de gado de corte em todo o mundo, em especial nos trópicos.

Os prejuízos causados ao produtor de bovinos de corte pelos parasitas podem chegar a 20% de redução no ganho de peso, sem considerarmos aqueles considerados indiretos, como o aumento nos custos de produção pela aquisição de produtos antiparasitários.

Nos sistemas tradicionais de produção já são bem conhecidos tanto os mecanismos de contaminação dos animais, como as formas mais eficientes de controle das parasitoses. Os estudos realizados sobre o ciclo de vida dos parasitas em sistemas tradicionais de produção, bem como os mecanismos de infecção/infestação, possibilitaram o desenvolvimento de técnicas eficientes de controle dos parasitas. Deste modo, baseando-se no conhecimento já existente sobre os parasitas em sistemas extensivos, combinando-os com as técnicas mais complexas de manejo das culturas nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), é possível estabelecer medidas sanitárias que minimizem a ocorrência de parasitas nos sistemas de integração.

Os principais parasitas de bovinos

Como definição básica, parasitas são organismos que se alimentam de outros seres vivos (no caso, os bovinos) para sobreviver e/ou se reproduzir. Assim, os parasitas acabam por atrapalhar o desenvolvimento dos animais e, consequentemente, trazem prejuízos aos produtores.

Cada espécie (tipo ou grupo) de parasita possui suas próprias características morfológicas (físicas), alimentares e de ciclo-de-vida, que são importantes para que o seu controle seja efetivo. Somente com o conhecimento destas características é possível traçar programas de manejo eficientes.

Uma característica importante do ciclo-de-vida dos parasitas é que, a maioria deles, passa parte de sua vida no hospedeiro (fase parasitária) e parte no ambiente (fase não parasitária). Deste modo, é possível usar técnicas de controle direcionadas para cada uma destas fases.

De um modo simplificado podemos dividir os parasitas em dois grandes grupos:

- Ectoparasitas: são aqueles que, durante a fase parasitária, vivem na superfície ou cavidades do hospedeiro (animal). Por exemplo: carrapatos e moscas.
- Endoparasitas: são aqueles que, durante a fase parasitária, vivem dentro do hospedeiro; no sangue, tubo digestivo e outros tecidos do corpo. Por exemplo: helmintos (vermes) e protozoários.

Na Tabela 1 estão apresentados os principais parasitas dos bovinos e algumas de suas características biológicas, bem como medidas importantes para seu manejo e controle em sistemas de ILP e ILPF.

Tabela 1. Características biológicas e controle dos principais parasitas de bovinos de corte em sistemas de integração.

Grupo	Parasitas	Características Biológicas	Controle em sistemas de ILP e ILPF
Ectoparasita	Mosca-dos--chifres	• Hematófagas • Veiculadoras de agentes que causam doenças • Longo período sobre o hospedeiro • Colocam seus ovos em fezes frescas	• Tratamento estratégico realizado com o tratamento carrapaticida • Aplicação dos produtos químicos nos meses de setembro e outubro
Ectoparasita	Mosca-dos--estábulos	• Hematófagas • Veiculadoras de agentes que causam doenças • Curto período sobre o hospedeiro • Colocam seus ovos em matéria orgânica animal e vegetal	• Tratamento preventivo, realizado com limpeza e manutenção da higiene dos currais, coxos e outras dependências da propriedade pecuarista
Ectoparasita	Carrapato--do-boi	• Hematófagos • Ciclo biológico em um único animal • Larvas alimentam e desenvolvem no hospedeiro até a fase adulta	• Tratamento estratégico nos meses de julho a setembro • Série de 5 a 6 tratamentos com intervalos de 21 dias • Escolha do carrapaticida mais eficiente (teste do carrapaticida)
Endoparasita	Helmintos	• Vermes do tubo digestivo • Ciclos biológicos simples (diretos) ou complexos	• Tratamento tático, tratar os animais com OPG elevado antes de introduzi-los no "novo" pasto. • Tratamento estratégico, tratar os animais nos meses de maio, julho, setembro e/ou novembro.
Endoparasita	Coccídeos	• Organismos microscópicos • Multiplicam dentro das células intestinais • Prejudica a absorção dos nutrientes	• Tratamento preventivo, realizado com limpeza e manutenção da higiene dos currais, coxos e outras dependências da propriedade pecuarista. • Evitar o acúmulo de umidade
Endoparasita	Agentes TPB (protozoários e riquétsias)	• Protozoários destroem as hemáceas • Provocam febre e anemia • São transmitidos pelo carrapato-do-boi	• Controle dos carrapatos • Pré imunização ou vacinação dos bezerros e animais de regiões sem carrapatos

Ectoparasitas

Moscas

As moscas que parasitam bovinos podem ser hematófagas (se alimentam de sangue) ou causadoras de miíases (berne/bicheiras). As moscas hematófagas são parasitas quando adultas, já as moscas de bicheiras fazem o parasitismo quando ainda são larvas. Na Figura 1 está ilustrado o ciclo-de-vida básico das moscas hematófagas e como elas se relacionam com os bovinos e com o ambiente.

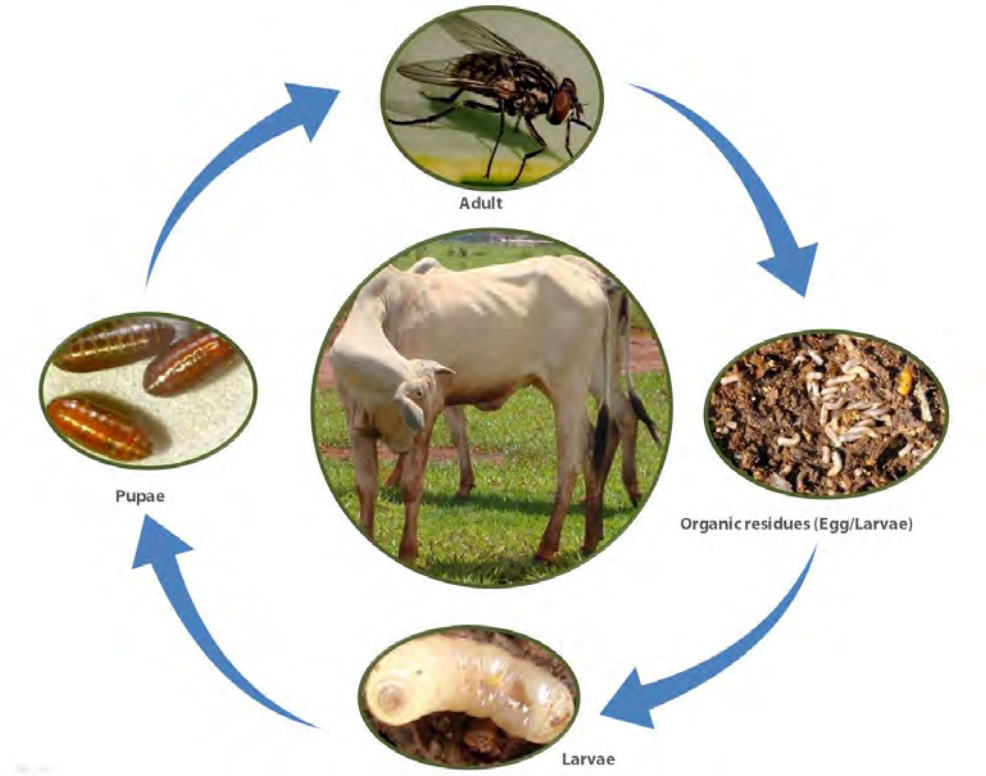


Figura 1. Ciclo de vida básico de moscas hematófagas.

Os prejuízos causados pelas moscas hematófagas são decorrentes da perda de sangue, dos danos causados ao couro, da perda de produtividade pelo estresse causado pelas picadas assim como das doenças que elas podem transmitir. As principais moscas hematófagas de bovinos são a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) e a mosca-dos--estábulos (*Stomoxys calcitrans*).

A mosca-dos-chifres passa quase todo o tempo alimentando-se sobre os bovinos, saindo apenas para colocar seus ovos, que são depositados em fezes frescas de bovinos. Ao contrário da mosca-dos-chifres, a mosca-dos-estábulos passa a maior parte do tempo fora do hospedeiro. Ela só vai até os animais para se alimentar, fica alguns minutos e

depois procura um local protegido para repousar. Essa espécie utiliza matéria orgânica preferencialmente em estado de fermentação para se reproduzir (Tabela 1).

No caso das moscas causadoras de miíases, as principais espécies existentes no Brasil colocam seus ovos diretamente sobre a pele do animal que já possua algum ferimento, como os causados por arranhões, cirurgias, umbigo não-curado, dentre outros. As larvas que eclodem se alimentam dos tecidos do animal, pele e outros. Uma característica importante é que estas moscas não têm preferência por bovinos, ou seja, elas podem se alimentar e reproduzir em qualquer animal, inclusive selvagem. O berne é a larva de uma mosca chamada Dermatobia homminis. Esta possui ciclo biológico mais complexo que as demais moscas citadas anteriormente. A mosca do berne não coloca seus ovos diretamente sobre o animal, ela captura outra mosca e coloca seus ovos sobre ela para que esta leve os ovos até o hospedeiro.

Todas as moscas citadas possuem etapas de vida que dependem dos animais (bovinos) para sobreviver, entretanto, elas passam boa parte de suas vidas no ambiente, onde sofrem a influência dos fatores ambientais, que algumas vezes podem ser alterados para interromper seu ciclo.

Carrapatos

O carrapato do boi, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, é um dos parasitas que causam mais prejuízos ao produtor, principalmente se no rebanho houver animais de raças europeias. Os animais de origem europeia são menos resistentes aos carrapatos e às doenças que eles transmitem. Esta espécie de carrapato tem o ciclo-de-vida monoxeno, ou seja, parasita um único bovino durante seu ciclo. Outra característica é que as larvas deste carrapato sobem nos bovinos, alimentam-se e se desenvolvem até a fase adulta em 21 dias (Figura 2). Após estarem alimentadas, as fêmeas ingurgitadas (cheias de sangue) caem na pastagem, onde colocam seus ovos. A média do período que o carrapato permanece no ambiente pode variar de 45 a 120 dias, dependendo das condições ambientais. As condições de temperatura e umidade relativa no microambiente podem aumentar ou diminuir a sobrevivência dos carrapatos nas pastagens.

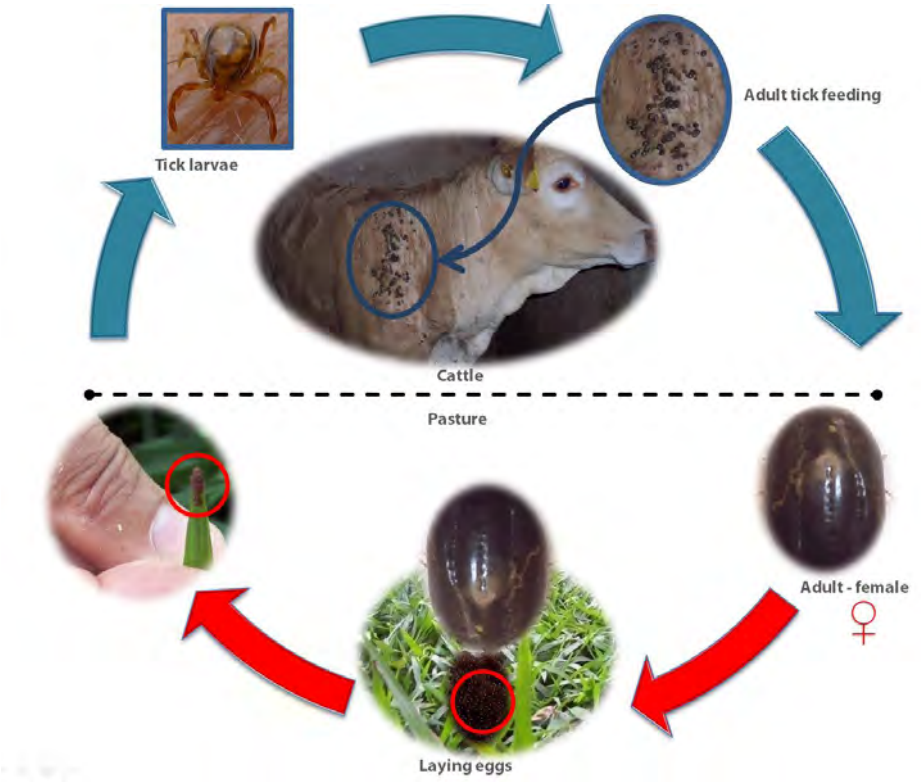


Figura 2. Ciclo de vida do carrapato do boi, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*.

Endoparasitas

Helmintos (vermes)

Os helmintos intestinais, também chamados de vermes, possuem ciclos de vida variáveis, dependendo da espécie, e seus ciclos podem ser simples ou complexos. Os ciclos biológicos simples (ciclos diretos) envolvem os bovinos e o ambiente (Figura 3). Os ciclos biológicos complexos envolvem o ambiente, os bovinos e outros seres vivos que são utilizados como hospedeiros intermediários. Os hospedeiros intermediários podem ser insetos, ácaros, minhocas, caramujos e até animais vertebrados. Assim como os carrapatos, os helmintos dos bovinos são responsáveis por perdas significativas no ganho de peso, interferindo negativamente no desempenho do rebanho, pela redução de ganhos de peso e, consequentemente, aumento na idade ao abate.

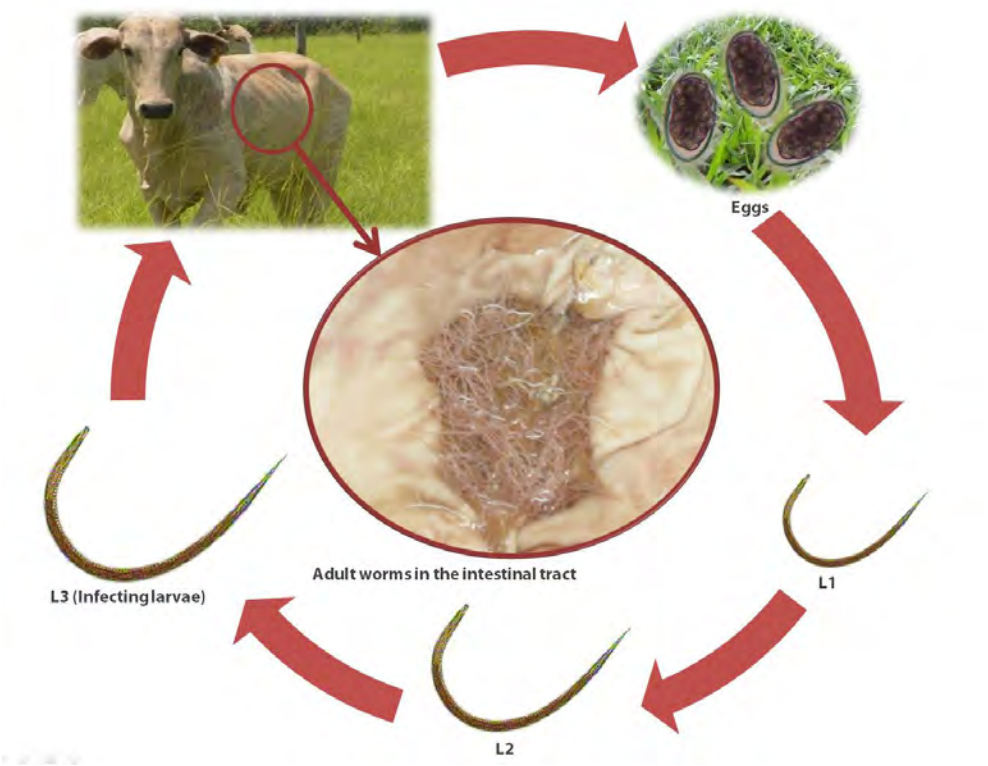


Figura 3. Ciclo de vida simples dos helmintos intestinais - ciclo direto.

No caso dos sistemas de ILP e de ILPF, a integração da pecuária com culturas anuais vai interferir drasticamente no micro-ambiente, afetando a população de hospedeiros intermediários, com redução na população de helmintos na pastagem.

Coccídios (Eimeriose)

O principal parasita de bovinos que pertence a este grupo é *Eimeria bovis*. Os coccídios são parasitas microscópicos que multiplicam-se dentro das células intestinais dos animais e acabam por destruí-las. A redução no número de células prejudica a absorção dos nutrientes levando à redução no ganho de peso. Em casos graves, pode levar bezerros à morte. Estes parasitas possuem em seu ciclo de vida, etapas que ocorrem fora dos animais. Por isso, da mesma forma que para os helmintos, as alterações no ambiente proporcionadas pela integração com culturas e as técnicas de manejo utilizadas nos sistemas de ILP e de ILPF, vão influenciar drasticamente o desenvolvimento dos Coccídios.

Agentes da Tristeza Parasitária Bovina (TPB)

A Tristeza Parasitária Bovina, que é transmitida pelo carrapato, é uma das doenças que provocam mais prejuízos na criação de bovinos nos trópicos. Essa doença é provocada pelos seguintes parasitas: *Babesia bovis, Babesia bigemina* e *Anaplasma marginale*. Estes

três parasitas provocam principalmente febre e anemia hemolítica, ou seja, destruição das hemácias, que são as células responsáveis pelo transporte de oxigênio e CO_2 no sangue. Este quadro da doença é especialmente grave em animais que não possuem imunidade prévia, como bovinos importados de regiões sem carrapato, ou bezerros que não receberam colostro materno e não foram vacinados ou pré-imunizados.

Uma característica fundamental para o controle desses parasitas é que todos eles são transmitidos pelo carrapato-do-boi [*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*], assim, as técnicas de controle aplicadas para o carrapato acabam por controlar a TPB.

O controle de parasitas em sistemas de Integração

Pelo fato dos sistemas de ILPF serem relativamente recentes, ainda não existem estudos científicos sobre a influência positiva ou negativa desse novo ambiente no ciclo de vida dos endo e ectoparasitas dos bovinos. Contudo, de modo geral, as técnicas de controle já desenvolvidas e aplicadas em outros sistemas de criação bovina podem ser utilizadas e/ou adaptadas nos sistemas de ILP/ILPF. Entretanto devemos ficar atentos às particularidades do sistema, especialmente com relação ao componente florestal.

As alterações no microambiente provocadas pela presença de árvores, que fazem sombra, vão interferir não só no desenvolvimento das forrageiras. O sombreamento das pastagens provoca também a redução da temperatura do solo e influenciam a incidência de raios ultravioleta (UV), além de aumentar a umidade. Este aumento do sombreamento é evidente nos sistemas com o componente florestal, especialmente aqueles com mais árvores por hectare. Mas seu efeito ocorre também em sistemas de ILP, principalmente em função das pastagens recuperadas se tornarem mais densas e com maior cobertura vegetal. Estas características, que muitas vezes são favoráveis e benéficas para plantas e animais, também favorecem a reprodução e sobrevivência dos parasitas no ambiente. Por isso, o produtor que pretende dar início a um sistema de ILP e/ou ILPF deve estar atento também para as parasitoses.

Controle parasitário estratégico

O principal benefício dos sistemas de ILP e ILPF para o controle parasitário é a quebra do ciclo de vida dos parasitas. Quando se intercala lavoura com criação de gado, os parasitas dos animais acabam morrendo quando se conduz a lavoura de grãos e, da mesma forma, parasitas das culturas anuais tendem a morrer quando se mantém as áreas com gramíneas forrageiras por vários anos. Neste sentido, o uso de sistemas de integração é desejável, pois há muito se considera que a interrupção do ciclo dos parasitas é a melhor forma de controle dos mesmos. Deste modo, após a colheita da lavoura, a "nova" área de pastagem estará praticamente livre de parasitos.

Com a pastagem preparada e limpa, o principal cuidado é manter a área livre dos parasitos. Assim, é muito importante tratar os animais jovens, bezerros desmamados até animais de 18 meses (sobreano), antes de introduzi-los nesta área (tratamento tático). O tratamento anti-helmíntico e carrapaticida apenas dos animais jovens, mais afetados, vai garantir um ambiente mais saudável para o rebanho e evitar a seleção de resistência.

O tratamento anti-helmíntico deve seguir o programa de tratamentos táticos e estratégicos desenvolvidos pela Embrapa Gado de Corte (documento disponível em www.ilpf.cnpgc.embrapa.br). Entretanto, o produtor precisa buscar o sincronismo entre os componentes: lavoura, floresta e pecuária. Um exemplo de um sistema está demonstrado na Figura 4. O objetivo desse sincronismo é fazer com que o gado entre na "nova" pastagem, nos meses de maio e junho, após a colheita da lavoura que deve ocorrer entre fevereiro e março. Desse modo, será feito o tratamento dentro do programa estratégico que já servirá como tratamento preventivo dos animais, dispensando o tratamento tático. Sempre que possível, o produto a ser usado nessa ocasião deve ser um endectocida, ou seja, um produto que sirva para combater tanto helmintos quanto carrapatos.

Meses após o plantio das árvores		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Atividade	Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Introdução do gado			A			B							
Controle de Carrapatos			T			T		E	E	E			
Controle de helmintos			T			E		E		E			
Controle das moscas										**E**	**E**		

Figura 4. Sugestão de cronograma de controle tático (T) / estratégico (E) de parasitas de bovinos de corte em sistemas de integração. Os bovinos são introduzidos na pastagem de 15 a 18 meses (A) após o plantio do eucalipto ou de 1 a 2 meses após a colheita da lavoura (B)

Para o controle dos carrapatos em sistemas de integração, é importante seguir as recomendações já desenvolvidas pela Embrapa para o controle dos carrapatos . Vale lembrar que as mesmas recomendações para o tratamento preventivo, feitas para os parasitas intestinais, servem para os carrapatos. É recomendado que o gado tenha poucos carrapatos (baixa infestação) quando for solto no pasto. Especialmente no Brasil Central, se os animais entrarem no sistema no mês de maio, quando a infestação por carrapatos não é tão intensa quanto nos meses mais chuvosos, mesmo assim o tratamento dos animais pode ser feito para evitar a contaminação das pastagens, apresentando sempre uma relação custo-benefício favorável.

Os tratamentos preventivos para carrapatos e helmintos têm a função de reduzir o nível de infestação ambiental e não vão erradicar os parasitas do ambiente. Por isso, os tratamentos táticos realizados antes da introdução dos animais no pasto não eliminam a necessidade de realizar os demais tratamentos estratégicos nos meses seguintes, conforme o cronograma de tratamento apresentado na Figura 4. O objetivo é ampliar o efeito estratégico da integração lavoura-pecuária, prolongando o efeito benéfico de eliminação de parasitas, mantendo a pastagem com baixos índices de contaminação por mais tempo. O resultado final será a redução dos custos com controle parasitário e melhor desempenho do rebanho.

Apesar de simples, o tratamento preventivo dos parasitas deve ser acompanhado por médicos veterinários que vão ajudar na escolha do melhor produto e nas dosagens que deverão ser aplicadas. A escolha do produto adequado é um dos pontos-chave para o sucesso no controle parasitário. O uso inadequado de produtos químicos pode levar à resistência dos parasitas, gerando grandes prejuízos para o produtor e

toda a região. Por isso, é fundamental escolher o produto certo e aplicar da forma recomendada pelo fabricante.

Tratamento para carrapatos em bovinos

No que diz respeito ao controle de carrapatos, é importante destacar que cada estabelecimento rural possui características específicas e, por isso, muitas vezes um produto que funciona muito bem para alguns, não funciona tão bem para outros. A Embrapa Gado de Corte realiza testes para verificar a resistência de carrapatos a produtos/princípios ativos, auxiliando na escolha do produto mais adequado para cada fazenda[1].

Os tratamentos para controle do carrapato devem ser realizados no período do ano em que os carrapatos são mais sensíveis e, portanto, seu controle é mais eficiente. Na região do Brasil Central, o melhor momento para se tratar os bovinos é nos meses de julho a setembro, quando a umidade relativa do ar é mais baixa (período de seca), que ajuda a controlar os carrapatos. Neste período, recomenda-se de 5 a 6 tratamentos com intervalos de 21 dias. Este tratamento é chamado de "Tratamento Estratégico" (TE) que compreende a aplicação do produto adequado, na forma recomendada e na época mais favorável para o produtor e mais desfavorável para o carrapato.

Tratamento para helmintos em bovinos

Os helmintos deverão ser tratados seguindo-se também as recomendações feitas pela Embrapa Gado de Corte (www.ilpf.cnpgc.embrapa.br). O Controle Estratégico recomenda para a região do Brasil Central, tratamentos nos meses de maio, julho e setembro, com a possibilidade de mais um tratamento em novembro. Além deste calendário estratégico, é recomendável tratar os animais jovens (idade de desmame até 18 meses), conforme explicado anteriormente, antes de introduzi-los no "novo" pasto (Tratamento Tático), que após o período de lavoura está livre de parasitas. Da mesma forma que para os carrapatos, o objetivo deste tratamento tático é evitar a contaminação da pastagem. A escolha da base química a ser utilizada deve ser focada na prevenção da resistência parasitária. Sabe-se que a rotação das bases químicas é um mecanismo importante na prevenção da manifestação da resistência. Aqui, é importante lembrar que existem no mercado vários produtos com nomes diferentes, mas que utilizam a mesma base química. Em suma, eles têm a mesma composição e o que muda é apenas a marca e o nome comercial. Assim, com assistência profissional, o produtor poderá selecionar o produto com melhor custo-benefício, porém, levando em consideração os cuidados para evitar o aparecimento da resistência.

Tratamento para moscas em bovinos

O controle para moscas é recomendado no período que antecede o início das chuvas. No cronograma sugerido (Figura 4), o tratamento estratégico das moscas deverá ser realizado junto com o tratamento carrapaticida, nos meses de setembro e outubro.

[1] Para mais informações visite: http://carrapatos.cnpgc.embrapa.br/.

A maioria dos produtos carrapaticidas também controla as moscas, entretanto, é importante estar atento quanto às doses utilizadas, que podem ser diferentes para moscas e carrapatos. Mais informações a respeito do controle de moscas podem ser encontradas em www.ilpf.cnpgc.embrapa.br, com informações atualizadas da Embrapa Gado de Corte. Mais uma vez, ressalta-se a importância da assistência de um médico veterinário para a escolha e orientação correta de uso do produto.

Outros benefícios de sistemas de integração no controle de parasitas

O controle efetivo dos parasitas em uma propriedade requer ações integradas. Sabe-se que o principal e mais evidente dos benefícios dos sistemas de ILP e de ILPF nesse aspecto é a rotação com culturas, que proporciona uma "limpeza" da pastagem em sucessão.

Todavia, os benefícios trazidos pelo componente florestal do sistema de ILPF também devem ser lembrados. A diversificação de culturas aumenta a diversidade biológica dentro do sistema, como maior variedade de aves, insetos e outros animais, e consequentemente, maior disponibilidade de inimigos naturais dos parasitas.

Essa diversidade ajuda no controle de parasitas, como por exemplo, pelas aves que se alimentam de carrapatos. Esses mecanismos devem ser observados com uma visão ampla do sistema. A variedade de espécies presentes deixa todo o sistema de criação mais equilibrado, os insetos competem entre si por alimentos, o número de besouros que se alimentam de fezes (coprófagos) aumenta e, desta forma, aumentam as chances de que as infestações por parasitas sejam menos intensas.

Dando-se a devida atenção a cada componente do sistema e às estratégias disponíveis para seu manejo, no final, a sociedade toda ganha, tanto pela preservação ambiental quanto pela maior oferta de carne com mais qualidade. Por sua vez, o produtor terá animais mais saudáveis, menos custos causados por parasitas e, portanto, uma atividade mais lucrativa.



Capítulo 36

Transferência de Tecnologia: Desafios e Oportunidades para Adoção de ILPF na Amazônia Brasileira Legal

Rachael Devorah Garrett
Juliana Dias Bernardes Gil
Judson Ferreira Valentim

Introdução

Nos últimos 30 anos, o crescimento populacional, a urbanização e o crescimento da renda nos países em desenvolvimento têm fortemente impulsionado o consumo global de carne e produtos lácteos. Entre 1980 e 2014, o consumo global de carne aumentou 132% (180 milhões de toneladas) e o consumo de leite 62% (288 milhões de toneladas) (FAO, 2017). Este aumento na demanda por produtos pecuários causou impactos ambientais e socioeconômicos profundos no Brasil, onde a área alocada para pastagem e para a produção de alimento animal tem crescido exponencialmente.

No contexto da ampla expansão agrícola no Brasil, a pecuária se destaca como a questão ambiental mais importante, uma vez que as pastagens ocupam aproximadamente 20% da área de terra no país - 172 milhões de hectares (Mha) (Ferreira et al., 2014). Em 2015, soja e milho ocuparam a segunda e a terceira maior extensão de terra do país - 32 Mha e 16 Mha, respectivamente (IBGE, 2017a). Enquanto a área total de pastagem no Brasil como um todo diminuiu ligeiramente a partir de 1975, a área de pastagem na Amazônia Legal aumentou em pelo menos 170% e, atualmente, totaliza cerca de 70 milhões de hectares. Isso inclui as áreas desmatadas dos biomas Amazônia e Cerrado nos nove estados da região (IBGE, 2006; Ferreira et al., 2014). Também tem ocorrido grande transformação na composição das pastagens e nas taxas de lotação de bovinos como consequência do crescente plantio de forrageiras de maior produtividade e manejo rotacionado do rebanho bovino (Valentim; Andrade 2009; Martha et al., 2012; Embrapa, 2014). Desde 1975, a proporção de pastos cultivados aumentou de 24% para 64% da área total de pastagens e o rebanho bovino brasileiro mais do que duplicou, atingindo 215 milhões de cabeças em 2015 (IBGE, 2006, 2017b). Ao mesmo tempo, a área de soja também aumentou substancialmente no Cerrado, o que levou ao deslocamento das pastagens do Cerrado para a Amazônia (Arima et al., 2011). A Amazônia Legal já contribui com aproximadamente 40% do rebanho bovino nacional e da área de pastagem, além de 35 % da produção nacional de soja (Ferreira et al., 2014; IBGE, 2017a,b).

Como resultado da crescente demanda por terras na Amazônia e no Cerrado, esses biomas experimentaram altas taxas de desmatamento. Embora as taxas de desmatamento tenham diminuído substancialmente após 2006, a mudança contínua da cobertura do solo, bem como as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de animais e insumos agrícolas fez com que a agricultura brasileira se tornasse a maior fonte nacional de emissões de GEE. Em 2015, mudanças na cobertura da terra e agropecuária representaram 46% e 22% das emissões totais de GEE no Brasil, respectivamente (SEEG Brasil, 2017).

As projeções indicam que entre 2015 e 2025, a produção de carne no mundo deverá crescer 15% (Perspectivas..., 2016). Embora a previsão seja de que a maior parte do crescimento da produção virá da intensificação, haverá pressão para expansão de pastagens em áreas com vegetação nativa, particularmente na América Latina (Alexandratos; Bruinsma, 2012). Para evitar a expansão das áreas de pastagens nessas regiões, será necessário melhorar ainda mais a produtividade de pastagens existentes.

A produtividade da pecuária de corte em pastagens cultivadas é de apenas 32-34% do seu potencial (Strassburg et al., 2014). O aumento da produtividade para 49-52% do seu potencial já liberaria área suficiente para outras culturas visando atender a demanda

futura de carne, grãos, madeira, fibras e biocombustíveis até o ano 2040, eliminando assim a necessidade de conversão de ecossistemas naturais (Strassburg et al., 2014). A intensificação sustentável dos 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas existentes no país representa uma oportunidade-chave para o Brasil aumentar sua produção agropecuária e, ao mesmo tempo, preservar as florestas e pastagens nativas remanescentes.

Este capítulo discute a importância dos sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta (ILPF) como um mecanismo para alcançar os objetivos brasileiros de redução de GEE, assim como analisa as políticas de incentivo para adoção dos sistemas iLPF na Amazônia brasileira. Diversos desafios que impedem a adoção de sistemas ILPF em grande escala também são identificados com base em pesquisa prévia dos autores, incluindo entrevistas com agricultores em diferentes regiões. Esses desafios incluem fatores econômicos e culturais que desmotivam os produtores, deficiências da cadeia de suprimentos e barreiras institucionais. O capítulo conclui com recomendações voltadas à pesquisa e a políticas de apoio à adoção em larga escala de sistemas ILPF.

Caracterização dos sistemas de integração

Na Amazônia Legal, as formas mais comuns de integração lavoura-pecuária em fazendas comerciais envolvem rotações de culturas anuais comerciais (soja e milho) com pastagem, rotações de ciclo longo de culturas com pastagens (com a finalidade de recuperação do solo) e pastoreio de resíduos de lavouras pelos animais. Árvores, principalmente de eucalipto, pinho e mogno, podem ser plantadas em linhas em áreas com rotação de lavouras e pastagens ou ao longo das cercas para proporcionar sombra para os animais e produção de madeira, constituindo uma fonte adicional de renda. Mais comumente, no entanto, as árvores são plantadas em áreas com baixo potencial para agricultura, visando fornecer combustível para secadores de grãos. Nas áreas de agricultura familiar é possível ver formas mais complexas de sistemas agroflorestais e sistemas de cultivos diversificados, incluindo rotações de culturas anuais nas entre-linhas das árvores frutíferas perenes, com a criação de gado de leite e galinhas em pastoreio.

Os agricultores da Amazônia estão cada vez mais interessados em permitir a regeneração natural e introduzir árvores nativas em suas pastagens. Isso ocorre porque os produtores vêm percebendo os benefícios das árvores como fonte de madeira e produtos não madeireiros, como sombra, por exemplo, para animais cruzados com raças europeias em sistemas de produção intensivos e como uma estratégia para cumprir os requisitos de Reserva Legal e de Área de Preservação Permanente do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

Na Amazônia brasileira, pastagens que não são manejadas de forma adequada, rapidamente se tornam degradadas e consequentemente passam a suportar baixas taxas de lotação; resultando muitas vezes em abandono da terra, o que induz invariavelmente a desmatamentos para plantio de novas áreas de pastagens mais produtivas (Walker et al., 2000; Balbino et al., 2011; Dias-Filho, 2014). Em 2014, as pastagens cultivadas da Amazônia representavam 63% das áreas desmatadas, sendo que 21% dessas áreas apresentavam sinais de algum nível de degradação (Projeto TerraClass, 2014). Além disso, 23% da

área desmatada estava ocupada com vegetação secundária (Projeto TerraClass, 2014). A degradação de áreas agrícolas e de pastagens é particularmente problemática para pequenos agricultores que vivem em assentamentos na Amazônia, pois necessitam de recursos para investir na recuperação do solo ou expansão das pastagens evitando assim o desmatamento de áreas adicionais de florestas (Vosti et al., 2002).

Oportunidades para adoção de sistemas ILPF em larga escala

Sistemas de integração têm sido a base da agricultura em muitas regiões do mundo (Kruska et al., 2003; Garrett et al., 2017b). Sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) já respondem por aproximadamente 50% dos cereais, 75% do leite e 60% da carne consumidos por pessoas pobres no mundo (FAO, 2010). Durante as décadas de 70 e 80, no entanto, muitos agricultores no Brasil abandonaram os sistemas ILP quando o governo promoveu a modernização do setor agrícola e incentivos para o plantio de monoculturas de commodities (Garrett et al., 2017a).

Desde a década de 90, o uso de sistemas ILPF parece estar aumentando e diversas mudanças políticas recentes têm contribuído para o crescimento contínuo desses sistemas na Amazônia Legal:

- Ao longo dos anos 2000, a efetividade da fiscalização do cumprimento do Código Florestal Federal (Lei nº 12.651/2012) aumentou, restringindo o desmatamento de florestas em terras privadas. Através do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o governo intensificou o monitoramento em tempo real do desmatamento, deu mais apoio ao policiamento do desmatamento ilegal e criou restrições de crédito para municípios e agricultores individuais implicados em altas taxas de desmatamento ilegal no bioma amazônico (Brasil, 2016).
- Após a revisão do Código Florestal em 2012, passou-se a exigir que os agricultores inscrevam suas propriedades em agências ambientais estaduais através do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Além disso, os produtores ficaram obrigados a desenvolver um plano de recuperação dos passivos ambientais para cumprir os requisitos de conservação e poder ter acesso a crédito governamental. O novo Código também estabeleceu a possibilidade de implementar incentivos fiscais ao longo da cadeia de suprimentos para produtos de propriedades com conformidade ambiental certificada (Lei nº 12.651/2012).
- Em 2006, uma série de empresas multinacionais de comercialização de soja estabeleceu acordos voluntários para excluir a soja associada ao desmatamento de suas cadeias de abastecimento. Em 2009, vários frigoríficos estabeleceram compromissos semelhantes para a pecuária de corte.
- A Política Nacional sobre Mudança do Clima foi promulgada em 2009 (Lei nº 12.187/2009), estabelecendo um compromisso voluntário para reduzir as emissões de GEE em todos os setores.

- No final dos anos 2000, a Embrapa criou um novo portfólio de pesquisa sobre ILPF e estabeleceu uma nova unidade de pesquisa sobre o tema (*Embrapa Agrossilvipastoril*) no estado de Mato Grosso, na região de transição entre os biomas do Cerrado e Amazônia. A unidade concentra pesquisas sobre tecnologias de agricultura de baixo carbono e integração de sistemas e atrai pesquisadores de vários outros centros de pesquisa da Embrapa (mandioca, milho, silvicultura, frutas tropicais, soja, etc.), facilitando a comunicação e promovendo o trabalho multidisciplinar entre especialistas.
- Finalmente, em 2013, o Brasil promulgou a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Lei nº 12.805/2013), conforme abordado no Capítulo 01 desta publicação. O objetivo é fomentar a recuperação de áreas degradadas, aumentar a produtividade e a qualidade dos alimentos, melhorar a renda dos agricultores e mitigar as pressões do desmatamento.

Juntas, essas mudanças contribuíram para a redução da disponibilidade de terra para a expansão agrícola em muitas regiões da Amazônia Legal e promoveram o aumento do conhecimento e apoio para a adoção de práticas de intensificação sustentável. No entanto, os sistemas de produção agropecuários no Brasil ainda apresentam alto grau de especialização, poucas rotações entre diferentes usos da terra e baixa adoção de culturas de cobertura e resíduos para restaurar o estoque de nutrientes e carbono do solo (muito embora o plantio direto e rotações de culturas sejam comuns na região Sul) (Garrett et al., 2017a) (Tabela 1).

Muitas das barreiras à adoção de sistemas ILPF e muitos dos vetores da especialização são universais, aplicando-se a agricultores de outros países que operam em um ambiente cada vez mais globalizado. Outras barreiras relacionadas a infraestrutura, mercado e políticas são mais exclusivas do Brasil (Garrett et al., 2017a). A compreensão das complexas interações entre essas barreiras é essencial para a elaboração de políticas efetivas para incentivar a adoção dos sistemas ILPF.

Tabela 1. Práticas de manejo da propriedade por região geográfica brasileira.

Região	Rotação CC	Rotação CP	Aplicação de estrume / urina	Adubação verde	Adubação orgânica	Plantio direto
	(% dos agricultores)					
N	4	5	3	0	1	4
NE	7	5	9	0	1	3
SE	9	6	16	1	3	4
S	34	6	23	11	5	35
CO	7	8	5	1	1	5

Nota: CC representa rotação de culturas, CP representa rotação de culturas com o objetivo de recuperar pastagem.
Fonte: IBGE (2006).

Barreiras econômicas e culturais no contexto da propriedade rural

Um dos desafios para avaliar as barreiras à adoção de sistemas ILPF é que muitos dos fatores que tornam esses sistemas atraentes para alguns agricultores são os mesmos fatores que os tornam pouco atraentes para outros (Tabela 2). Os sistemas ILPF tendem a exigir maior quantidade de mão-de-obra em relação a um sistema de produção especializado. Isso pode ser bom para famílias mais numerosas que possam se beneficiar com uma maior e melhor distribuição da demanda por mão-de-obra ao longo do ano. No entanto, a maior demanda por mão-de-obra pode ser indesejável para as fazendas que dependem fortemente do trabalho contratado – em parte porque a disponibilidade de mão-de-obra no campo está diminuindo, mas também porque está se tornando cada vez mais cara no Brasil. O salário mínimo, que é a base para a maioria dos salários agrícolas, mais do que dobrou nos últimos dez anos - passando de R$ 380,00 em 2007 para R$ 927,00 em 2017 (Lei 11.498 / 2007, Decreto 8.948 / 2016).

A diversificação das fontes de renda reduz a vulnerabilidade financeira dos agricultores às variações do mercado, biológicas e do clima, e tem o potencial de alcançar economias de escopo, uma vez que as sinergias entre os diferentes componentes resultam em maiores lucros, quando comparados à gestão de cada componente separadamente. No entanto, os sistemas ILPF aumentam a complexidade da gestão e podem reduzir as economias de escala ao diminuir a quantidade de área dedicada a um único produto.

Sistemas ILPF têm potencial para viabilizar investimentos de longo e médio prazo, como a produção de madeira e a recuperação de pastagens, fornecendo também receitas imediatas das culturas anuais. O reflorestamento também pode ser usado para compensar os custos associados ao cumprimento do passivo ambiental legal. Contudo, o longo período de retorno associado a esses investimentos implica em riscos relacionados a condições do mercado futuro e da cadeia de suprimentos.

Tabela 2. Benefícios e potenciais desvantangens associadas à adoção de sistemas integrados versus sistemas especializados de produção.

Característica	Benefícios potenciais	Desvantagens potenciais
• Maior demanda por mão-de-obra, particularmente para trabalho qualificado	• Maior e melhor distribuição da demanda de mão-de-obra ao longo do ano, promovendo a inserção social • Mais oportunidades para o aumento na qualificação da mão-de-obra	• Custo mais alto • Redução das oportunidades de lazer
• Maior diversidade de fontes de renda	• Redução do risco intra e interanual das variações do mercado, biológicas e climáticas • Aumento das economias de escopo	• Maior complexidade de gestão • Redução das economias de escala
• Retorno econômico em diferentes horizontes temporais	• Produção da lavoura pode subsidiar a renovação da pastagem	• Aumento dos custos e riscos

O tamanho da propriedade é outro fator que influencia os potenciais benefícios e barreiras à adoção de sistemas ILPF no Brasil. As grandes propriedades que dividem sua área entre a produção de lavoura e gado ainda podem alcançar economias de escala, enquanto que pequenas propriedades podem aproveitar a maior demanda de mão-de-obra dos sistemas ILPF. Para as propriedades de porte médio, as vantagens dos sistemas integrados são menos explícitas.

A tradição agrícola dos migrantes muitas vezes tem papel importante no processo de tomada de decisão do produtor. Produtores de ascendência alemã ou italiana normalmente detêm conhecimento sobre a produção de feijão, milho, arroz e, de forma crescente, de soja, pequenos animais e gado de leite (Waibel, 1950; Azevedo, 1961; Jordan, 1962). Produtores japoneses tendem a cultivar culturas de alto valor, como tomate, amendoim e café no estado de São Paulo, além de pimenta-do-reino e frutas na Amazônia (Sims, 1972; Yamada; Osaqui, 2006). Ao longo dos séculos, os agricultores tradicionais em todo Brasil desenvolveram sistemas agrícolas diversificados e adaptados localmente, manejando-os com práticas inovadoras que frequentemente contribuem tanto para a segurança alimentar quanto para a conservação da agrobiodiversidade (Altieri, 2004). Ao mesmo tempo, em todo o continente americano, os imigrantes portugueses e espanhóis continuaram a tradição de criar gado de seus países de origem (Bishko, 1952). Essas longas histórias culturais envolvem gerações de melhoramento e de completo domínio de sistemas específicos, desenvolvimento de capital social para compartilhar informações e organização de cooperativas para comprar insumos e vender produtos. Esses fatores criam fortes incentivos para os agricultores manterem as mesmas práticas, pelo menos até que vejam seus vizinhos fazerem a transição para novos sistemas de produção. Em certa medida, isso também se aplica a situações em que os agricultores migram para novas regiões, como a Amazônia Legal - embora nesses casos a necessidade de restabelecer redes sociais e adaptar práticas agrícolas em um ambiente novo influenciem o grau de resistência à adoção de novas estratégias de produção.

Todas as dificuldades descritas acima dependem do tipo de sistema que um produtor detém atualmente. Para um agricultor, a adição dos componentes de pecuária e silvicultura aos seus sistemas de produção costuma ser bastante difícil. No entanto, um produtor que já desenvolve atividade agrícola, pecuária e/ou florestal em subsistemas separados pode fazer a mudança para sistemas integrados de produção com mais facilidade, já que custos iniciais, riscos e barreiras de conhecimento serão menores.

Políticas e instituições existentes

Se por um lado, a diversidade de sistemas ILPF permite o seu uso por uma vasta gama de produtores em diferentes contextos agroclimáticos, por outro ela dificulta a definição de um sistema de integração ideal por parte de cientistas e formuladores de políticas, especialmente em termos de rentabilidade máxima e escala ideal de implementação.

O programa de crédito do Ministério da Agricultura, em apoio ao Plano de Agricultura de Baixa emissão de Carbono (Plano ABC), discutido em detalhes em outro capítulo desta obra, é um instrumento importante para a disseminação de sistemas ILPF e outras práticas agrícolas para redução da emissão de gases de efeito estufa no Brasil. Atualmente, o uso do crédito do Programa ABC permanece abaixo do seu potencial (apenas 68% do

crédito disponibilizadopelo governo no ano agrícola 2015/2016 havia sido acessado pelos agricultores) e sua execução concentra-se nas regiões Centro-Oeste e Sul, como mostrado na Tabela 3 (Observatório ABC, 2016a). Desde que o Programa foi lançado em 2010, até 2016, Mato Grosso recebeu a maior parte do crédito entre os Estados da Amazônia Legal (44,58%), equivalente a R$ 1,37 bilhões (Observatório ABC, 2016b).

Embora tenha aumentado nos últimos anos, a parcela de crédito do Programa ABC usado especificamente para sistemas ILPF permanece bem abaixo das parcelas destinadas às outras práticas; como recuperação de pastagens e plantio direto. Pesquisas de campo indicam que os agricultores têm uma receptividade positiva às taxas de juros e ao período de carência associados à maioria dos empréstimos disponibilizados através do Programa ABC, mas entendem que as exigências ambientais e burocráticas inviabilizam o acesso a esses empréstimos. Especialistas concordam que a capacidade dos agentes de fomento bancário de elaborar e analisar pedidos de crédito do Programa ABC é frequentemente comprometida pela carência de informações sobre regras de elegibilidade das propriedades (Gil et al., 2015). Também há preocupação de que o período de carência para financiamentos de sistemas ILPF (15 anos) não seja suficiente, devido ao tempo de crescimento das árvores, especialmente quando se trata de espécies de madeira nativa para as quais ainda não há indicadores técnicos robustos de silvicultura e desempenho econômico.

Desde a criação do Programa ABC, as taxas de juros sobre os empréstimos aumentaram substancialmente (de 5,5% em 2010/2011 para 8% em 2015/2016). Atualmente existem outras linhas de crédito disponíveis, com taxas mais baixas.

Tabela 3. Alocação de credito através do Programa ABC no Brasil por região geográfica e estados da Amazônia Legal entre 2010 e 2016.

Região / estado	Valor total (R$ 1.000,00)	N ° contratos (1.000)	Valor médio por contrato (R$ 1.000,00)
Brasil	13.515	49,81	271
Norte	1.441	6,03	239
Nordeste	1.225	4.04	304
Sudeste	4.354	17,98	242
Sul	1.811	9,33	194
Centro-Oeste	4.684	12,43	377
Amazônia legal	1.441	10,41	239
Mato Grosso	1.373	2,94	467
Tocantins	723	3,25	223
Pará	403	1,19	340
Maranhão	267	1,44	185
Rondônia	192	0,84	228
Acre	89	0,64	139
Roraima	25	0,08	314
Amapá	6	0,03	208
Amazonas	3	0,01	332

Fonte: Observatório ABC (2016b).

Pesquisas de campo realizadas em 2013 mostraram que somente uma pequena parcela dos produtores amostrados com sistemas ILPF em Mato Grosso haviam feito uso do crédito disponibilizado pelo Programa ABC (Gil et al., 2015). Apenas 17% dos participantes da pesquisa solicitaram empréstimos dessa linha de crédito e só 5,9% foram contemplados. Menos de 10% dos agricultores que implementaram sistemas ILPF obtiveram crédito do Programa ABC (Gil et al., 2015), sendo aque a maioria de suas propriedades tinha porte médio ou grande. No Mato Grosso, a adoção de sistemas ILPF não é necessariamente maior nos municípios onde os desembolsos do Programa ABC são mais altos (Gil et al., 2016), sugerindo que a adoção de sistemas ILPF seria apenas parcialmente vinculada aos incentivos fornecidos pelo Programa ABC.

Outros fatores institucionais que restringem a adoção de sistemas ILPF na Amazônia Legal incluem deficiências nos mercados de terras e de seguros. A má definição de direitos de posse da terra limita o acesso de alguns produtores ao crédito rural e contribui para aumentar os incentivos para o desmatamento de florestas nativas como estratégia para garantir a posse da terra (Garrett et al., 2013b; Assunção et al., 2016). Entre 2012 e 2016, o desmatamento na Amazônia Legal aumentou 75% (de 4.571 km2 para 7.989 km2) (Tollefson, 2016). A falta de seguro agrícola contra eventos climáticos e econômicos extremos também desincentiva investimentos em sistemas ILPF devido ao longo período de retorno econômico.

Cadeia de abastecimento: mercados e infra - estrutura

A rentabilidade e a produtividade da agricultura dependem fortemente da presença ou ausência de uma cadeia produtiva estruturada, tais como fornecedores de insumos, infraestrutura de armazenamento e empresas de comério e agroindústrias (incluindo frigoríficos, esmagadoras de grãos e serrarias) (Garrett et al., 2013a). Igualmente importante – e ligada ao desenvolvimento da cadeia de suprimentos – é a qualidade das redes de transporte e a disponibilidade de mão-de-obra qualificada. O número e a diversidade de atores podem influenciar os preços locais de insumos e produtos, fluxos de informações e acesso a tecnologias. Na Amazônia Legal, grande parte dessa infraestrutura da cadeia produtiva ainda está em evolução. Muitas áreas que possuem infraestrutura para a soja não possuem frigoríficos para o abate de bovinos ou serrarias para o eucalipto e o pinus. Dentro da Amazônia Legal, o cultivo de soja em larga escala ocorre principalmente no Mato Grosso, Maranhão e Tocantins, enquanto a pecuária apresenta maior abrangência (Figura 1). As unidades de processamento para a soja e o gado nem sempre estão próximas umas das outras, o que representa um obstáculo adicional aos sistemas ILPF e outros sistemas mistos. No Mato Grosso, a adoção de sistemas ILPF está concentrada em regiões que possuem uma cadeia de abastecimento mais bem desenvolvida para grãos e carne (Gil et al., 2016).

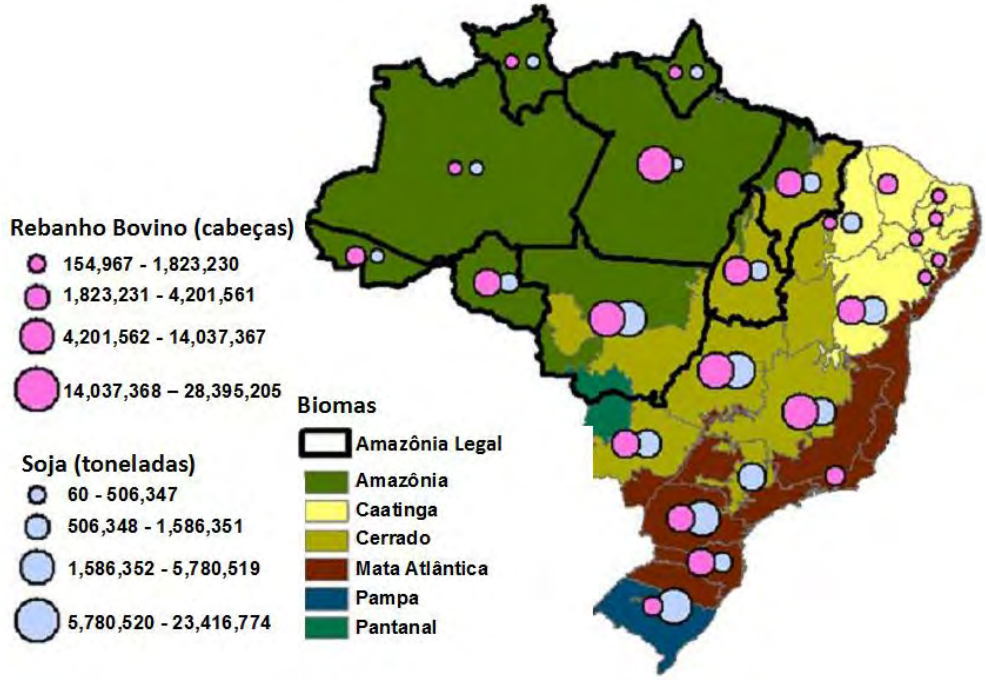


Figura 1. Produção de soja e rebanho bovino por estado e bioma no Brasil em 2013.
Fonte: IBGE (2013).

Embora as condições naturais nos estados amazônicos sejam favoráveis a produtos florestais (madeireiros e não madeireiros), os mercados e a cadeia de abastecimento para esses produtos permanecem subdesenvolvidos. Além disso, existem poucas unidades de processamento de madeira na região (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso, 2013), sendo que grande parte opera com processamento de madeira de origem ilegal (Di Mauro, 2013). Mesmo em estados como o Mato Grosso, onde a demanda por madeira para abastecer secadores de grãos está aumentando, o setor florestal tem apresentado taxas de crescimento modestas.

Limitações de infraestrutura relacionadas à capacidade de armazenamento e acesso a estradas secundárias podem ser resolvidas pelos agricultores. A criação de cooperativas, por exemplo, pode auxiliar a construção, melhoria e manutenção de silos e estradas. No entanto, deficiências nas redes rodoviárias e vias navegáveis interestaduais, bem como na infraestrutura portuária para acesso ao mercado internacional ainda representam sérios desafios para a competitividade da produção agrícola da Amazônia Legal (Correa; Ramos, 2010; Simpósio..., 2012) e só poderão ser superados através de investimentos públicos e privados. Por exemplo, no sul da Amazônia, os custos de transporte representaram 29-42% do total do custo de produção para soja em 2007 (Conab, 2007). No entanto, investimentos privados recentes em novos portos e ampliação e melhorias de instalações dos portos já existentes têm contribuido para reduzir os custos de transporte de soja e milho na Amazônia Legal (Oliveira et al., 2013).

Outras barreiras à adoção dos sistemas ILPF frequentemente mencionadas pelos produtores incluem a dificuldade em encontrar trabalhadores qualificados e os altos preços dessa mão-de-obra (Gil et al., 2015). O aumento do salário mínimo e dos custos de contratação (Weisbrot et al., 2014), bem como a demanda por mão-de-obra para projetos de infraestrutura como hidrelétricas e estradas, contribuíram para essa percepção. Os altos custos e a baixa disponibilidade de mão-de-obra criam fortes incentivos para que os produtores se especializem em uma única cultura ou criação de animais e que aumentem a mecanização das práticas de produção para aumentar a produtividade do trabalho.

Consumidores finais e revendedores das cadeias de suprimentos de carne e soja têm um papel cada vez mais importante na definição de mercados e incentivos sobre processos de produção, incluindo os impactos sociais e ambientais e prêmios pela qualidade superior dos produtos (Garrett et al., 2013b). O acesso a nichos de mercados consumidores que valorizam a produção de soja e carne bovina ambientalmente responsável pode ser fator particularmente importante para estimular a adoção de sistemas ILPF. Uma vez que, quando gerenciados adequadamente, esses sistemas tendem a oferecer mais serviços ecossistêmicos do que sistemas especializados (Lemaire et al., 2014; Garrett et al., 2017b). A preferência de consumidores Europeus por produtos não associados ao desmatamento também tem contribuído para a criação de uma série de novas regras ambientais e programas de incentivo para os agricultores brasileiros, incluindo as moratórias de soja e carne bovina, certificações de produtos não transgênicos e certificações para critérios ambientais e sociais. No entanto, esses esforços de governança tendem a ignorar as práticas de produção e, até a presente data, a adoção de certificações ambientais na Amazônia tem sido muito limitada (Garrett et al., 2013c, 2016).

Bovinos terminados em confinamento e semi-confinamento e alimentados com grãos produzem carne mais macia e com maior teor de gordura do que o gado terminado em sistemas de produção a pasto. Por vezes, produtores brasileiros são capazes de identificar mercados na América do Sul ou na Europa dispostos a oferecer um prêmio para animais terminados em confinamento e semi-confinamento ou suplementados com grãos. Porém, a vantagem desses prêmios é limitada, já que 87% da produção nacional de carne bovina é consumida internamente (FAO, 2014).

Desde 2014, uma empresa de processamento de carne lançou um programa para remunerar os produtores de bovinos de melhor qualidade em 3% acima do valor de mercado. O objetivo deste programa é aumentar a percentagem de bovinos acabados com alta qualidade dos atuais 27% para 50% e reduzir de 10% para 3% o volume de carne que não alcança os padrões de alta qualidade (Rodrigues; Maldonado, 2015; Conexão JBS, 2017). Entre 2014 e 2016, o programa já alcançou uma redução de 55% (de 33% para 15% do total) na proporção de bovinos acabados com qualidade de carne indesejável no Brasil. A proporção de bois terminados e abatidos que foram classificados nas categorias de qualidade da carne desejável e tolerável aumentou de 14% e 53% em 2014, para 19% e 66% do total em 2016, respectivamente (Conexão JBS, 2017).

Finalmente, a rentabilidade relativa de soja em relação a pecuária bovina de corte tem influência clara e direta no desejo do produtor de adotar sistemas de produção ILPF. Atualmente, em muitas regiões da Amazônia, a rentabilidade da soja, particularmente

quando cultivada em rotação com algodão ou milho, excede a rentabilidade da pecuária (Martha Junior et al., 2011). Este contexto mais amplo incentivaria os criadores de gado a se aventurarem na produção de grãos em regiões onde a infraestrutura existe, mas também poderia desencorajar os produtores de soja a integrar a pecuária bovina em seus sistemas de produção – especialmente se não houver disponibilidade local de frigoríficos com inspeção federal que permitem aos produtores alcançar mercados de carne bovina mais valorizados. De acordo com Gil et al. (2016), a adoção de sistemas ILP em Mato Groso é maior nas regiões próximas a frigoríficos do que em regiões com melhor infraestrutura para soja (embora o cultivo esteja presente em ambas). Quando produtores de soja adotam sistemas ILPF, muitas vezes é como solução para um problema específico, por exemplo, como estratégia de rotação de culturas para combate à pragas e patógenos de monocultura contínua em uma área (Gil et al., 2015).

Rede de conhecimento e inovação

Uma rede de conhecimento e inovação eficaz e acessível é essencial para alcançar o objetivo de promover a transição dos sistemas de produção tradicionais para sistemas agrícolas, pecuários e florestais sustentáveis na Amazônia Legal. O Sistema de Conhecimento e Inovação Agrícola Brasileiro é altamente diversificado, com uma ampla gama de atores dos setores público, privado e não-governamental, com diferentes papéis em diferentes escalas. No entanto, o sistema de conhecimento e inovação da Amazônia Legal ainda é carente no que tange a geração de conhecimento adequado para os pequenos agricultores e à facilidade de acesso à informação, especialmente em comparação às regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2006; Plano..., 2013). Um problema particular é que as instituições de pesquisa, educação e extensão da região Amazônica, incluindo a Embrapa, escolas e universidades públicas e privadas, tendem a concentrar as atividades de pesquisa e de extensão no aumento da produtividade e dos lucros em sistemas tradicionais de agricultura e pecuária, ao invés de construir formas inovadoras de agricultura sustentável (Embrapa, 2014; Brasil, 2014). Os projetos de sistemas ILPF desenvolvidos pela Embrapa ainda são recentes. Vários anos serão necessários até que o conhecimento emergente sobre sistemas ILPF seja validado e consolidado em condições reais das propriedades rurais, favorecendo a adoção em larga escala na Amazônia Legal. Esforços governamentais recentes para melhorar a qualidade de extensão e educação profissional, includindo o estabelecimento da Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ANATER) e o Programa Nacional de Acesso à Educação Técnica e Emprego (PRONATEC), terão impacto limitado quanto à adoção de ILPF se continuarem focados em unidades de produção especializadas ao invés de adotar uma abordagem holística para o gerenciamento do agroecossistema.

Outro problema potencial relacionado ao sistema de conhecimento e inovação agrícola brasileiro para ILPF relaciona-se à concepção de experimentos de ILPF. Assim como a maioria dos experimentos de pesquisa agrícola, estas parcelas experimentais são projetadas para minimizar a variação entre unidades e maximizar as repetições. Isso envolve plantio preciso e uniforme de culturas e gramíneas em faixas lineares, com árvores plantadas em faixas, intercaladas por áreas de culturas e/ou de pastagem. Os agricultores, por outro lado, primeiro experimentam com componentes de ILPF, como

rotações, alimentação suplementar e aplicações de esterco em uma pequena área de suas fazendas, para resolver problemas específicos (e.g. controle de nematóides, baixo ganho de peso ou declínio da fertilidade dos animais). Os agricultores normalmente hesitam em plantar árvores em regiões com alto potencial para grãos e priorizam locais onde elas podem ser utilizadas para reduzir custos de manutenção de cerca, por exemplo. O resultado dessas escolhas é uma configuração de uso da terra que não se assemelha ao desenho ideal de sistemas ILPF que os pesquisadores estão estudando, mas que reflete de modo mais realista os tipos de sistemas de gerenciamento dos seus recursos que os agricultores podem estar dispostos a adotar.

Conclusões e recomendações para ampliar a adoção de sistemas ILPF

Mais foco e efetividade da pesquisa, da extensão e de programas de financiamento para sistemas ILPF podem ser alcançados por meio da concentração de esforços em regiões onde os agricultores terão maiores incentivos e capacidade de adotar os sistemas ILPF. Ou seja, regiões onde a pecuária de baixa produtividade é o uso dominante da terra, mas a infraestrutura da cadeia de suprimento de grãos já está implantada ou está emergindo nas proximidades. Os ganhos econômicos da adoção de culturas em pastagens são potencialmente altos, dado o maior rendimento e os preços de mercado da soja na Amazônia Legal e a infraestrutura existente para comercializar esses grãos nos mercados consumidores internacionais (Zafalon, 2016).

A disponibilidade de recursos humanos qualificados, com habilidades técnicas adequadas, é um fator chave que limita a adoção mais ampla dos sistemas de ILPF. O capital do conhecimento relacionado a sistemas de ILPF pode ser reforçado por meio da melhoria de investimentos nos sistemas de pesquisa e extensão na Amazônia Legal, que tem comparativamente menos recursos em relação à outras regiões do Brasil. Mais especificamente, esforços de pesquisa e capacitação devem manter o foco tradicional de aumento da produtividade das commodities individuais por hectare, porém incorporar elementos de gerenciamento de sistemas agropecuários e florestais mais diversos e complexos. Para promover maior adoção dos sistemas ILPF, as escolas e as universidades devem fornecer cursos sobre o gerenciamento integral das propriedades, com foco específico na complexidade temporal e espacial associada aos sistemas ILPF.

O desenho atual dos sistemas ILPF nem sempre está alinhado com os tipos de sistemas de integração que os agricultores provavelmente adotarão. Portanto, a identificação de problemas prioritários e de alternativas para sua solução devem contemplar a participação dos produtores ao longo de todo o processo de pesquisa e validação agronômica e econômica dos sistemas ILPF. Este é um fator-chave para aumentar a probabilidade de adoção mais ampla de sistemas ILPF. É preciso coletar dados de uma ampla gama de arranjos de uso da terra que já ocorrem em fazendas e então utilizá-los para retroalimentar o processo de priorização de problemas a serem resolvidos e o desenho de experimentos futuros. Os esforços de pesquisa devem também considerar as tradições agrícolas dos agricultores, o tamanho das propriedades e a distância das redes de infraestrutura das cadeias de suprimentos. Isso é importante, uma vez que os custos e benefícios percebidos

pelos produtores e os custos reais de diferentes arranjos de uso da terra, rotações e misturas de espécies irão variar de acordo com esses atributos. O aumento da produtividade regional pode ser conseguido pela integração entre fazendas vizinhas, por meio da venda ou troca de produtos agrícolas, resíduos agrícolas e de áreas de pastagens para o gado, tirando vantagem do crescente número de contratos de parceria que vêm sendo estabelecidos entre os agricultores e pecuaristas em algumas regiões (Cohn et al., 2016). Esse pode ser um modelo de integração particularmente adequado para propriedades de tamanho médio, as quais carecem de economias de escala e vantagens relacionadas a mão-de-obra.

O Programa ABC também pode ser melhorado para apoiar a ampliação da capacidade das instituições financeiras, a fim de agilizar e assegurar maio efetividade aos processos de análise, aprovação e monitoramento de projetos de financiamento atuais e potenciais. A manutenção de empregos fixos para consultores treinados, visando apoiar os agricultores na elaboração e tramitação dos pedidos de empréstimo, teria impacto positivo na ampliação ao acesso ao crédito do Programa ABC e no crescimento da adoção de sistems ILPF na Amazônia Legal. Também é essencial reduzir a burocracia e acelerar o processo de análise e aprovação das propostas de financiamento por parte dos bancos oficiais responsáveis pelo desembolso do crédito do Programa ABC. Além disso, o programa terá de oferecer juros mais baixos para os pequenos agricultores, a fim de torná-lo competitivo em relação aos empréstimos disponíveis através do PRONAF - Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Formas inovadoras de lidar com a falta de regularização fundiária que acarreta incerteza da posse da terra (como a renúncia à exigência de título como garantia, a exemplo do que acontece com pequenos proprietários) e a integração de seguros para financiamentos com grandes investimentos iniciais merecem consideração.

Novos programas de incentivos ou políticas públicas devem ser desenvolvidos, tais como subsídios para sistemas mais intensivos (Cohn et al., 2014), incentivos fiscais para os produtores que adotam sistemas ILPF, e investimentos de longo prazo em infraestrutura da cadeia de suprimentos em regiões onde atualmente há baixa capacidade para processar ou transportar mercadorias. Por fim, novos mecanismos de valoração da cadeia de produtiva da região precisam ser desenvolvidos para incentivar os produtores a aproveitar as preferências por produtos agrícolas sustentáveis em mercados de consumo distantes. Esses incentivos poderiam ser concedidos por meio do desenvolvimento de programas de certificação para sistemas de ILPF que atendam a metas ambientais adicionais além do desmatamento evitado. O imperativo para todos esses programas é a necessidade de vincular quaisquer incentivos positivos à produção, com regulamentos e fiscalização rigorosos sobre a conservação e preservação da floresta nativa. Caso contrário, esforços para melhorar a produtividade e rentabilidade dos sistemas agropecuários poderão ter repercussões indesejáveis sobre as áreas remanescentes de vegetação nativa nos biomas Amazônia e Cerrado, e acabar incentivando produtores a desmatar novas áreas.

Referências

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World Agriculture Towards** 2030/2050: the 2012 revision. Rome: FAO, 2012. 147 p. (ESA Working paper, 12-03).

ALTIERI, M. A. Vinculando ecologistas e agricultores tradicionais na busca por agricultura sustentável. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 1, p. 35-42, Feb. 2004.

ARIMA, E. Y.; RICHARDS, P. D.; WALKER, R.; CALDAS, M. M. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 6, n. 2, p. 1-7, Apr. /June 2011.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R.; ROCHA, R. **The Effect of rural credit on deforestation**: evidence from the Brazilian Amazon. [Rio de Janeiro]: PUC-Rio, 2016. 39 p.

AZEVEDO, T. de. Italian colonization in Southern Brazil. **Anthropological Quarterly**, v. 34, n. 2, p. 60-68, 1961.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011. Prefácio.

BISHKO, C. J. The Peninsular background of Latin American cattle ranching. **The Hispanic American Historical Review**, v. 32, n. 4, p. 491-515, 1952.

BRASIL. Ministério da Educação. **e-MEC**: instituições de educação superior e cursos cadastrados. 2014. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal** – PPCDAm. Brasília, DF, 2016.

COHN, A. S.; GIL, J.; BERGER, T.; PELLEGRINA, H.; TOLEDO, C. Patterns and processes of pasture to crop conversion in Brazil: Evidence from Mato Grosso State. **Land Use Policy**, v. 55, p. 108-120, Sept. 2016.

COHN, A. S.; MOSNIER, A.; HAVLÍK, P.; VALIN, H.; HERRERO, M.; SCHMID, E.; O'HARE, M.; OBERSTEINER, M. Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. **Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 20, p. 7236-7241, May 2014.

CONAB. **Sexto levantamento de avaliacao de safra 2006/2007**. Brasília, DF, 2007.

CONEXÃO JBS. **Farol da qualidade**. 2017. Disponível em: <http://www.conexaofriboi.com.br/farol-da-qualidade/>. Acesso em: 15 fev. 2018.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 447-472, abr./jun. 2010.

Di MAURO, F. G. P. **Madeira na construção civil**: da ilegalidade à certificação. 2013. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas.

DIAS-FILHO, M. B. **Reclaiming the Brazilian Amazon**: the restoration and management of pasture lands. Belém, PA: Embrapa Eastern Amazon, 2014. 30 p. (Embrapa Eastern Amazon. Documentos, 404).

EMBRAPA. **Balanço social 2013**. Brasília, DF: Embrapa: Secretaria de Comunicação: Secretaria de Gestão Estratégica, 2014. 42 p.

FAO. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. **Integrated Crop Management**, v. 13, p. 1-64, 2010.

FAO. **FAOSTAT**. Roma, 2014. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 15 fev. 2018.

FAO. **Serviço Estatístico Online da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**: estatísticas da produção e do comércio. Roma, 2017.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Diagnóstico de florestas plantadas do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossende de Economia Agrípecuária, 2013. 104 p.

FERREIRA, L. G.; SOUSA, S. B. de; ARANTES, A. E. **Radiografia da pastagens do Brasil**. Goiânia: LAPIG/UFG, 2014. 214 p.

GARRETT, R. D.; CARLSON, K. M.; RUEDA, X.; NOOJIPADY, P. Assessing the potential additionality of certification by the round table on responsible soybeans and the roundtable on sustainable palm oil. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 4, p. 1-17, Apr. 2016.

GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. Land institutions and supply chain configurations as determinants of soybean planted area and yields in Brazil. **Land Use Policy**, n. 31, p. 385-396, 2013a.

GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. The new economic geography of land use change: Supply chain configurations and land use in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 34, p. 265-275, Sept. 2013b.

GARRETT, R. D.; NILES, M.; GIL, J.; DY, P.; REIS, J. C. dos; VALENTIM, J. F. Policies for reintegrating crop and livestock systems: a comparative analysis. **Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 473-494, Mar. 2017a.

GARRETT, R. D.; RUEDA, X.; LAMBIN, E. F. Globalization's unexpected impact on soybean production in South America: linkages between preferences for non-genetically modified crops, eco-certifications, and land use. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 4, p. 1-11, Oct./Dec. 2013c.

GARRETT, R.; NILES, M.; GIL, J.; GAUDIN, A.; CHAPLIN-KRAMER, R.; ASSMANN, A.; ASSMANN, T.; BREWER, K.; CARVALHO, P. de F.; CORTNER, O. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 136-146, July 2017b.

GIL, J. D. B.; GARRETT, R. D.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, Dec. 2016.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 199, p. 394-406, Jan. 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal e Produção Pecuária Municipal em 2013**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. **Censo da Agricultura e Pecuária**. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Pesquisa de Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2017a.

IBGE. **Pesquisa Municipal de Produção Pecuária**. Rio de Janeiro, 2017b.

JORDAN, T. G. Aspects of german colonization in Southern Brazil. **The Southwestern Social Science Quarterly**, v. 42, n. 4, p. 346-353, 1962.

KRUSKA, R. L.; REID, R. S.; THORNTON, P. K.; HENNINGER, N.; KRISTJANSON, P. M. Mapping livestock-oriented agricultural production systems for the developing world. **Agricultural Systems**, v. 77, n. 1, p. 39-63, July 2003.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. de F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4-8, June 2014.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E. R. de A.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, out. 2011.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, July, 2012.

OBSERVATÓRIO ABC. **Sistema ABC**. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2016b.

OBSERVATÓRIO ABC. **Análise os recursos do Programa ABC**: visão regional. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2016a.

OLIVEIRA, C. M. de; SANTANA, A. C. de; HOMMA, A. K. O. Os custos de produção e a rentabilidade da soja nos municípios de Santarém e Belterra, estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1, p. 25-34, mar. 2013.

PERSPECTIVAS agrícolas da OCDE - FAO 2016 - 2025. Paris: OCDE; [Rome]: FAO, 2016.

PLANO de ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento da Amazônia Legal. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. 84 p. (Série Documentos Técnicos, 17).

PROJETO TerraClass 2014: Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal brasileira. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oirental; São José dos Campos: Inpe, 2014.

RODRIGUES, M.; MALDONADO, C. Governo e JBS firmam pacto para valorizar até 3% carne de qualidade. **Campo Grande News: Economia**, 25 ago. 2015.

SEEG Brasil. **Observatório do clima**. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/tag/seeg/ >. Acesso em: 15 fev. 2018.

SIMPÓSIO HIDROVIAS DE MATO GROSSO, 2012, Cuiabá. [Simpósio]. [S.l.]: Movimento Pró-Logistica, 2012.

SIMS, H. D. Japanese Postwar Migration to Brazil: An Analysis of Data Presently Available. **The International Migration Review**, v. 6, n. 3, p. 246-265, Sept. 1972.

STRASSBURG, B. B. N.; LATAWIEC, A. E.; BARIONI, L. G.; NOBRE, C. A.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; VALENTIM, J. F.; VIANNA, M.; ASSAD, E. D. When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84-97, Sept. 2014.

TOLLEFSON, J. Deforestation spikes in Brazilian Amazon. **Nature**, v. 540, n. 7632, p. 182, Nov. 2016.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, v. 4, n. 8, p. 273-283, jan./jun. 2009.

VOSTI, S. A.; WITCOVER, J.; CARPENTIER, C. L. Agricultural intensification by smallholders in the western Brazilian **Amazon**: from deforestation to sustainable land use. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2002. 135 p. (Research report, 130).

WAIBEL, L. European colonization in southern Brazil. **Geographical Review**, v. 40, n. 4, p. 529-547, 1950.

WALKER, R.; MORAN, E.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. **World Development**, v. 28, n. 4, p. 683-699, 2000.

WEISBROT, M.; JOHNSTON, J.; LEFEBVRE, S. **The Brazilian economy in transition**: macroeconomic policy, labor and inequality. Washington, DC: Center for Economic and Policy Research, 2014. 25 p.

YAMADA, M.; OSAQUI, H. M. L. The role of homegardens in agroforestry development: lessons from Tome-Acu, a Japanese–Brazilian settlement in the Amazon In: KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. (Ed.). **Tropical Homegardens**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 299-316. (Advances in Agroforestry, v. 3).

ZAFALON, M. Commodities mantêm alta de preços e ajudam balança comercial do Brasil. **Folha de São Paulo**, 2 dez. 2016.



Capítulo 37

Integração lavoura pecuária floresta na região Norte do Brasil

Gladys Beatriz Martínez
Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo
Arystides Resende Silva
Frederico José Evangelista Botelho
Tadário Kamel de Oliveira
Vicente de Paulo Campos Godinho

Sistemas de ILPF na região Norte do Brasil

Os sistemas integrados são tão antigos quanto a domesticação das plantas e dos animais. Porém, sempre estiveram em evolução, pois o conhecimento de suas propriedades evolui com o conhecimento humano (Carvalho et al., 2014). Na Amazônia Oriental, diversos sistemas silvipastoris foram descritos: bovinos em pastagens do capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Stapt) com babaçu (May et al., 1985), *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis e gramíneas do gênero *Panicum* (Lins, 1985). Na década de 90, babaçu (óleo e sombra), inajá (frutos e palha), castanheira (sombra), ipê (madeira e sombra), seringueira (látex), coqueiro (fruto), dendezeiro (óleo), cajueiro (fruto) e urucuzeiro (corante) com os capins jaraguá, braquiarão e quicuio-da-amazônia, sendo que em um dos sistemas foi encontrado o consórcio com a leguminosa puerária.

Quanto aos animais utilizados para integração na região Norte, se destacaram os bovinos de corte e leite e um sistema com ovinos (Veiga et al., 2001). Os trabalhos desenvolvidos com sistemas silvipastoris, mais conhecidos na década de 80 com a nomenclatura de Sistemas Agroflorestais-SAFs, mesmo os mais promissores, não garantiram a continuidade e evolução do processo, considerando que sua adoção por produtores rurais ocorreu sem muita expressão.

Notoriamente, o uso do componente arbóreo em sistemas integrados evolui morosamente. Há que se considerar também que o desmatamento avançava fortemente nesse período, sendo fator de desestímulo ao reflorestamento, mesmo em sistemas integrados. Entretanto, a partir de 2004 iniciou-se o processo contínuo de redução dos desmatamentos e queimadas na Amazônia como resultado eficaz das medidas regulamentadas no Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e pela Casa Civil da Presidência da República. Assim, de 2004 até 2017 houve uma redução de mais de 76% no desmatamento na região (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017). Esse resultado mostra o acerto das políticas de governança, mas que traduz na necessidade da incorporação das áreas já desmatadas aos processos produtivos na região. Hoje a região encontra-se em uma encruzilhada, onde novos desafios científicos e tecnológicos se apresentam para conciliar o desenvolvimento agrícola com a conservação ambiental (Homma, 2014). Nesse sentido, de acordo com Balbino et al. (2011a), a intensificação do uso da terra em áreas já antropizadas utilizando os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta - ILPF é uma das alternativas mais aceitas pelos diferentes agentes envolvidos com a questão do desenvolvimento sustentável. As Figuras 1 e 2 ilustram alguns sistemas ILPF na região Norte.



Foto: Frederico Botelho

Figura 1. Colheita da safrinha de milho consorciado com forrageira no sistema de Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Campo experimental da Embrapa Rondônia – Porto Velho/RO.



Foto: Renata Silva

Figura 2. Avaliação de rebanho leiteiro em sistema de Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Campo experimental da Embrapa Rondônia – Porto Velho/RO.

Sistemas ILP na recuperação pastagens degradadas e potencialização de áreas agrícolas

Com a expansão do cultivo de grãos na região Norte, associado aos fatores de sustentabilidade ambiental e econômica, os produtores têm buscado adotar sistemas de produção mais eficientes e sinérgicos, com uma visão holística da propriedade, e não mais sistemas de produção individualizados, ou monocultivos.

Neste contexto de evolução do cultivo de grãos e expressividade da pecuária na região, os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) tem despertado a atenção de produtores rurais em duas frentes de interesse. A primeira por pecuaristas objetivando a recuperação de pastagens de baixa produtividade com o consórcio de grãos e forrageira, sendo a ocorrência de pastagens degradadas generalizada na região Norte. A segunda, empresários de commodities graníferas com plantios em polos de produção agrícola que vêm se consolidando na região Norte, principalmente nos estados de Rondônia, Pará e Tocantins, que objetivam potencializar a produção de grãos com mais de uma safra na mesma área, seja agrícola e/ou pecuária em diferentes configurações.

Diversas configurações têm sido praticadas, no entanto, as que integram a cultura da soja são predominantes. Nesses sistemas, a soja é cultivada na safra principal, e em seguida faz-se o uso do consórcio de milho + forrageira ou apenas a forrageira para formação da pastagem, que será utilizada para a engorda de bovinos ou apenas para a formação de palhada para o sistema de plantio direto. O milho é outra cultura que tem protagonizado esses sistemas, integrando com forrageiras de alta produção de massa seca (Figura 3) e baixa velocidade de decomposição para melhor cobertura do solo, sendo hoje a *Braquiária ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis* (R. Germ & Evrard)) a forrageira mais adotada nestes sistemas.

Entretanto, esses sistemas, apesar de comprovadamente apresentarem vantagens, têm adoção ainda lenta, provavelmente por envolverem diferentes atividades que se relacionam entre si no tempo e no espaço. Além disso, estão condicionados à existência de mercado na região Norte para comercialização dos grãos produzidos, com preços que justifiquem economicamente o uso da prática; disponibilidade de mão de obra, máquinas/equipamentos agrícolas para o plantio e colheita das lavouras; e infraestrutura para o transporte e o armazenamento dos grãos (Dias-Filho, 2003). Os sistemas ILP podem ser encontrados com certa expressão nos estados de Rondônia, Pará e Tocantins e já estão sendo observados avanços nos estados do Amapá e Roraima que iniciam algumas experiências com ILP induzidos naturalmente pela incipiente agricultura mecanizada nesta região.



Foto: Gladys B. Martínez

Figura 3. Integração lavoura-pecuária (ILP) na Fazenda Elizabeth - Paragominas/PA.

Espécies arbóreas potenciais para Sistemas ILPF

Na Região Norte não é comum o cultivo de espécies florestais para comercialização e/ou sombreamento das pastagens, apesar dos benefícios que árvores podem trazer quando utilizadas como componentes dos sistemas ILPF. O plantio de árvores requer uma sequência específica de atividades para sua implantação e condução, aumentando a complexidade do sistema sob os aspectos técnicos e de gestão, além do retorno econômico a médio e longo prazos. Outra questão a ser considerada é que muitas espécies nativas, segundo o Código Florestal Brasileiro, são proibidas de comercialização e a grande maioria ainda são pouco estudadas em relação aos tratos culturais. Estes fatores, dentre outros, tornam-se um gargalo no momento de o produtor decidir sobre seu uso.

Apesar das questões ambientais legais, os sistemas ILPF que têm sido estudados na Região Norte integram, principalmente, espécies florestais nativas, pela familiaridade que os produtores têm com algumas delas, por seus benefícios ao ambiente, conforto térmico e pelos produtos madeireiros e não madeireiros que podem gerar. Dentre elas destaca-se: mogno (*Swietenia macrophylla* King/Meliaceae), bordão de velho (*Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes/ Fabaceae), mulateiro (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex K. Schum./Rubiaceae), cedro-doce (*Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand/Malvaceae), taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima), paricá (*Schizolobium parahyba Schizolobium parahyba* var. amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby/ Fabaceae), cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. /Fabaceae), castanha- -do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K. /Lecythidaceae), e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl Aubl./ Meliaceae). Dentre as espécies exóticas, destaca-se o eucalipto (*Eucalyptus* sp./Myrtaceae) cultivado em escala comercial por ser uma espécie de conhecimento consolidado no

Brasil, seguida do mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev./Meliaceae), da teca (*Tectona grandis* L.f./Lamiacea) e da gliricídia (*Gliricidia sepium* Kunth/Fabaceae) que tem sido frequentemente utilizadas na maioria dos estados do Norte (Balbino et al., 2011b).

Um aspecto peculiar na região é a arborização de pastagens com espécies arbóreas oriundas de regeneração natural. Essa modalidade de sistema silvipastoril resulta da manutenção e condução de árvores em pastagens já estabelecidas. Sem custos de implantação. Esta pode ser uma forma mais atrativa de considerar o componente arbóreo no sistema de produção. Entretanto, para ser considerado um sistema silvipastoril, uma pastagem arborizada deve possuir, pelo menos, 10% de cobertura arbórea, proporcionada por espécies de árvores de comprovado efeito positivo no sistema.

No Pará, o eucalipto é a espécie florestal mais utilizada em sistemas de integração e largamente cultivada por exemplo nas Fazenda Mogiguaçu, Diana (Figura 4) e Santa Antônia localizadas em Paragominas no sudeste paraense em uma área de aproximadamente de 2.000 hectares. Os clones de eucalipto comumente utilizados são oriundos de empresas florestais, onde são escolhidos aqueles adaptados às condições edafoclimáticas da região, para evitar futuros prejuízos como baixa produtividade e mortalidade. Vários estudos de acompanhamento do desenvolvimento silvicultural dessa espécie vem sendo conduzidos em sistemas integrados de produção agropecuária e os resultados demostraram seu potencial para a região, porém sempre vinculado à demanda do mercado local (Silva et al., 2017).

Foto: Gladys B. Martinez



Figura 4. Sistema de Integração pecuária-floresta (IPF) com eucalipto na Fazenda Moguigaçu – Paragominas/PA .

Há que se destacar também a espécie arbórea nativa mais cultivada no país, o paricá. Caiu no gosto dos produtores em razão do rápido crescimento se comparado a outras espécies nativas e pelo valor comercial da madeira para a produção de laminados. Essa expansão está associada também às diversas possibilidades de uso da madeira, bem como por ser uma alternativa regional para suprir a demanda de matéria-prima com madeira proveniente de florestas plantadas, como também para recuperação de áreas alteradas. Em um estudo realizado na região de Paragominas, a produção do paricá apresentou bom desenvolvimento silvicultural, sendo indicado para cultivo para sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, sem prejuízo ao seu crescimento e produção (Silva; Sales, 2018).

Outra espécie que tem despertado o interesse dos produtores, mas utilizada em menor proporção, é o mogno africano. Sua madeira é de alta qualidade e apresenta excelente valor de comercialização da madeira serrada e de suas sementes. Seu crescimento é intermediário em relação ao eucalipto, sendo uma espécie promissora para uso em sistemas ILPF, pelo seu rápido desenvolvimento e pelo valor comercial da madeira (Silva et al., 2016a; Sales et al., 2017). Como exemplo de sistema integrado com esta espécie, a Fazenda São João localizada no município de Brasil Novo-PA possui uma área de 100 hectares com ILPF, alternando as fases de agricultura e pecuária durante o ano nos sistemas consorciados com a pastagens (Figura 5).



Foto: Arystides Resende Silva

Figura 5. Sistema de Integração pecuária-floresta (IPF) com mogno africano na Fazenda São João – Brasil Novo/PA .

Uma espécie nativa, mas de crescimento lento, o cumaru apresenta madeira de ótima qualidade para serraria, mas com colheita a longo prazo, cerca de 25 anos, porém a comercialização de suas sementes para obtenção de óleo essencial, a cumarina, tem bom valor econômico e sua colheita é realizada a partir do quarto ano de idade. Por sua baixa velocidade de crescimento, essa espécie requer no mínimo três anos após plantio para o ingresso de animais jovens no sistema para evitar danos às árvores. Em geral, o cumaru vem sendo utilizado por produtores familiares, igualmente ao mogno africano,

integrando os sistemas ILPF. O cumaru vem apresentando crescimentos em altura e diâmetro satisfatórios nos estudos desenvolvidos na Região de Santarém e Belterra - PA (Silva et al., 2016b).

Especialmente no caso do eucalipto, existem indicativos de espécies para a região de acordo com as condições edafoclimáticas de cada Estado e ainda valores de referência para adubação e tratos culturais, o que não acontece com a maioria das espécies nativas cultivadas em sistemas ILPF ou mesmo em monocultivo. Este fato promove implicações diretas no desempenho das espécies, tanto no desenvolvimento das árvores quanto em limitações e vantagens obtidas pela sua presença no sistema.

Considerações finais

A região Norte sofre fortes pressões devido a interesses econômicos e ambientais diversos, como a exploração de recursos naturais e a expansão da agropecuária. Entretanto, observa-se uma tendência à relativa homogeneização no uso das tecnologias que envolvem os sistemas de integração para a recuperação de áreas alteradas e esse processo é mais evidente nas regiões de fronteira agrícola relativamente consolidada. Assim, a adoção de tecnologia para recuperar áreas alteradas, elevar a produtividade e reduzir os custos vem sendo essencial para contrapor à expansão desordenada da fronteira agrícola, considerando que os custos financeiros para o uso das tecnologias disponíveis são altos, enquanto o retorno econômico desses investimentos depende de fatores que, em geral, apresentam variações sazonais e regionais.

Neste sentido, a ILPF e suas variações são modelos que podem contribuir sobremaneira com este processo, por incluir atividades economicamente importantes para a região Norte do país, além de possibilitar a melhoria dos índices produtivos da pecuária, principalmente por ser uma solução para os problemas relacionados com o alto grau de pastagens degradadas, promover a expansão sustentável da atividade agrícola, e o uso de floresta plantada como alternativa para a redução do passivo ambiental e do desmatamento. Por isso, essa tecnologia proporciona aumento de produção associado à preservação ambiental, e gera muitos benefícios para o homem, tanto rural como urbano.

Referências

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130 p.

BALBINO, L. C.; MARTÍNEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de transferência de tecnologia para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 2007-2011**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011b. 52 p.

CARVALHO, P. C. de F.; MORAES, A. de; PONTES, L. da S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014. Número especial.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 152 p.

HOMMA, A. K. O. Agricultura na Amazônia: desafios e perspectivas para o futuro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA DO ACRE, 1., 2013, Cruzeiro do Sul. **Anais**... Rio Branco: Edufac, 2014. p. 21-48. Palestra de abertura.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **PRODES-Amazônia**: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. [São José dos Campos], 2017. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 12 abr. 2018.

LINS, C. Sistema silvipastoril no Jari. In: CURSO TALLER SOBRE INVESTIGACIÓN AGROFLORESTAL EM LA REGION AMAZONICA, 1985, Yurimaguas. **Informe del curso**. Nairobi: ICRAF, 1985. p. 372-390.

MAY, P. H.; ANDERSON, A. B.; FRAZÃO, J. M. F.; BALICK, M. J. Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region. **Agroforestry Systems**, v. 3, n. 3, p. 275-295, 1985.

SALES, A.; SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; MIRANDA, B. M. Desempenho do mogno africano (Khaya ivorensis A. Chev.) no sistema ILPF em Terra Alta-PA. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 6., 2017, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: UEPA, 2017. v. 1, p. 29-34.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Incremento diamétrico do mogno africano em resposta à diferentes sistemas de cultivo. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 8., 2016, Belém, PA. **Anais**... Belém, PA: [s.n.], 2016a. p. 106-112. Livro XI - Recursos florestais.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Sobrevivência de espécies florestais sob manejo em sistemas agrossilvipastoris em Belterra-PA. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 8., 2016, Belém, PA. **Anais**... Belém, PA: [s.n.], 2016b. p. 170-177. Livro XI - Recursos florestais.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Desenvolvimento inicial do eucalipto em monocultivo e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ALFARO, A. T. S.; TROJAN, D. G. (Org.). **Ciências ambientais e o desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Curitiba: Atena, 2017. p. 139-146.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Foresty Science**, v. 5, n. 1, p. 231-235, 2018.

VEIGA, J. B.; PEREIRA, C. A.; MARQUES, L. C. T., VEIGA, D. F. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 41-76.



Capítulo 38

Integração lavoura-pecuária-floresta na região Norte: avaliações de carbono do solo na Fazenda Vitória em Paragominas, Pará

Paulo Campos Christo Fernandes
Siglea Sanna de Freitas Chaves
Lucieta Guerreiro Martorano

Introdução

Na última década ocorreram mudanças positivas no sistema de produção pecuário na Amazônia brasileira, fortemente estimuladas por pressões globais e empenho de ações integradas entre gestores, pesquisadores e empreendedores comprometidos com o uso racional dos recursos naturais para promover o fortalecimento da cadeia agropecuária. Ressalta-se ainda que no contexto de Política Global do Clima, o Brasil assumiu metas voluntárias na COP 15 de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo que o controle do desmatamento ilegal é uma das metas mais desafiadora na região amazônica.

De acordo com Fearnside (2006), as estratégias para reduzir a velocidade do desmatamento na Amazônia estão relacionadas às iniciativas políticas que incentivem o desenvolvimento de ações sustentáveis de produção agropecuária na região. Neste sentido, com o objetivo de conter a pressão de desflorestamento na região, o Governo Federal desenvolveu ações de combate ao desmatamento ilegal, à grilagem de terras, à extração ilegal de madeira e também às práticas de renovação de áreas agricultáveis com uso do fogo.

Cita-se, como iniciativas de grande importância para o desenvolvimento sustentável na Amazônia, o Pacto pelo Desmatamento Zero e Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, pois essas ações preconizaram a adoção de boas práticas agropecuárias no manejo dos rebanhos, assim como incentivaram à renovação e melhoramento de pastagens garantindo o uso sustentável das terras produtivas na região. Ressalta-se que a moratória da soja, o embargo da carne e o pacto de desmatamento ilegal zero no estado do Pará foram ações que viabilizaram a consolidação de polos de produção pecuária e de grãos, inclusive apontando indicadores de eficiência econômica, qualidade ambiental e de redução da pressão em áreas de floresta nativa.

Neste capítulo serão apresentados resultados de indicadores de sustentabilidade no solo em um sistema ILPF implantado na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) a partir de ações integradas entre as redes de pesquisa ILPF e PECUS/PC7.

Desenvolvimento do Projeto ILPF

Visando expandir a adoção de sistemas agropecuários sustentáveis no cenário brasileiro, órgãos de pesquisa como a Embrapa e instituições parceiras concentraram esforços para desenvolver projetos em Redes de Pesquisa em âmbito nacional e internacional. Como exemplo de tecnologia incentivada pela Embrapa, o Projeto de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) desenvolveu estudos com a finalidade de difundir técnicas de produção agropecuária sustentáveis. Ressalta-se que as áreas de estudo do projeto ILPF (unidades de referência tecnológicas - URTs), foram implantadas em diversas cidades do Brasil, com diferentes condições edafoclimáticas e também socioeconômicas, para que a viabilidade dos sistemas integrados de produção seja investigada em diferentes cenários e assim possa gerar indicadores confiáveis de sustentabilidade.

O projeto ILPF iniciou as atividades no ano de 2007 na região Norte, sendo que em 2008 ocorreu o lançamento da Rede de Pesquisa na cidade de Paragominas, no estado do Pará. Durante a fase inicial do projeto ILPF, as ações consistiram em adaptar e desenvolver diferentes combinações de sistemas de produção integrados, principalmente, para

renovar pastagens em vias de degradação e inseri-las novamente ao setor agropecuário. Em 2011, a Rede ILPF passou a desenvolver atividades integradas com a Rede PECUS/PC7 (Dinâmica de Gases de Efeito Estufa no Brasil - Projeto Componente 7 no Bioma Amazônia) para quantificar indicadores de sustentabilidade na URT-Paragominas.

É válido ressaltar que a Embrapa desenvolve e incentiva a implantação de sistemas agropecuários em padrões sustentáveis na Amazônia. Durante a década de 1980 foram implantados diferentes experimentos de sistemas agropecuários integrados na região, como por exemplo, o experimento com sistema silvipastoril da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Paragominas, região sudeste do Pará (Figura 1). O referido sistema silvipastoril, conduzido na Fazenda Poderosa (campo experimental da Embrapa), teve como objetivo avaliar diferentes forrageiras, bem como o desenvolvimento de diferentes cultivares de grãos sob condições edafoclimáticas da região nordeste paraense.



Foto: Paulo Fernandes

Figura 1. Árvores remanescentes de um sistema descontinuado de integração lavoura-pecuária-floresta implantado na Fazenda Poderosa (Paragominas, PA) em 1986.

Produção agropecuária em Paragominas

A formação do município de Paragominas ocorreu durante a década de 1960, sendo incentivada pelo Governo Federal e Estadual (Fearnside, 1980; Homma, 2003), com objetivo de intensificar a ocupação do território amazônico e interligar a economia da região com o mercado nacional (Leal, 2000). Durante a fase inicial de desenvolvimento do município, a principal atividade econômica era baseada na criação extensiva de gado de corte e extração madeireira, porém sem a perspectiva de planejamento agropecuário sustentável. Com isso, surgiram graves problemas sociais, ambientais e econômicos e fizeram de Paragominas um dos municípios com as maiores taxas de desmatamento e uso do fogo entre os municípios incluídos no "arco de fogo e desmatamento" na Amazônia.

Este fato ocasionou sérios problemas ambientais que desencadeou uma crise econômica no município em meados da década de 2000, onde houve embargo da venda de carne, fechamento de serrarias ilegais suspensão de créditos para produtores investirem na produção. Para regularizar a economia do setor agropecuário da região, em 2007, os Governos Federal, Estadual e Municipal juntamente com os produtores rurais do Polo Paragominas iniciaram uma série de ajustes nos sistemas de produção agropecuários. Desde então, os setores econômicos de Paragominas passaram por transformações, sendo incentivadas pela demanda externa. O setor produtivo e instituições de ensino e

pesquisa passaram a trabalhar de forma integrada para mudar o paradigma de sistema de pecuária extensiva, que havia se instalado na região.

Diferentes arranjos de sistemas de produção passaram a ser adotados como estratégias de garantir que as áreas já desflorestadas se consolidassem na atividade agropecuária em consonância com as novas diretrizes de leis ambientais na região. Essas ações foram necessárias para reduzir as taxas de perdas de áreas com floresta nativa, que apresentavam valores expressivos como os apontados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, com valores expressivos em 2004 (Inpe, 2017). Os bons resultados dos gestores e do setor produtivo em Paragominas viabilizaram a saída do município da lista dos que mais desmatavam na região, e culminou com o recebimento do título de Município Verde no ano de 2011, devido o registro de 80% das propriedades rurais do município no Cadastro Ambiental Rural (CAR) até 2010 e por ter controlado o desflorestamento e expandido o reflorestamento na área municipal.

A produção de arroz, milho e soja em Paragominas foi iniciada durante a década de 1990, porém somente a partir da década de 2000, com a abertura da fronteira agrícola houve expansão da produção de grãos passando essa atividade a ser uma das principais bases da economia municipal. O Polo Agrícola de Paragominas oferece condições edafoclimáticas favoráveis para a produção de grãos (El-Husny et al., 1998), para pastagem produtiva e para o desenvolvimento da silvicultura, incluindo nos arranjos espécies nativas da Amazônia como o paricá (Tourne et al, 2016). Tais fatores contribuíram na escolha para instalação da Unidade de Referência Tecnológica (URT) do Projeto ILPF em Paragominas. Outro fator relevante foi a localização do município no polo de maior produção de grãos do Pará e também por ser apontado como referência em iniciativas inovadoras no cenário da produção agropecuária no Estado.

Estudo de caso: avaliação do estoque de carbono no solo após recuperação da pastagem com implantação de sistema ILPF na Fazenda Vitória – Paragominas, PA

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Unidade de Referência Tecnológica do Polo Agrícola de Paragominas, instalado na Fazenda Vitória em Paragominas, sudeste do Estado do Pará (Figura 2). O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Coeso, de textura argilosa e apresenta relevo plano e suave ondulado.

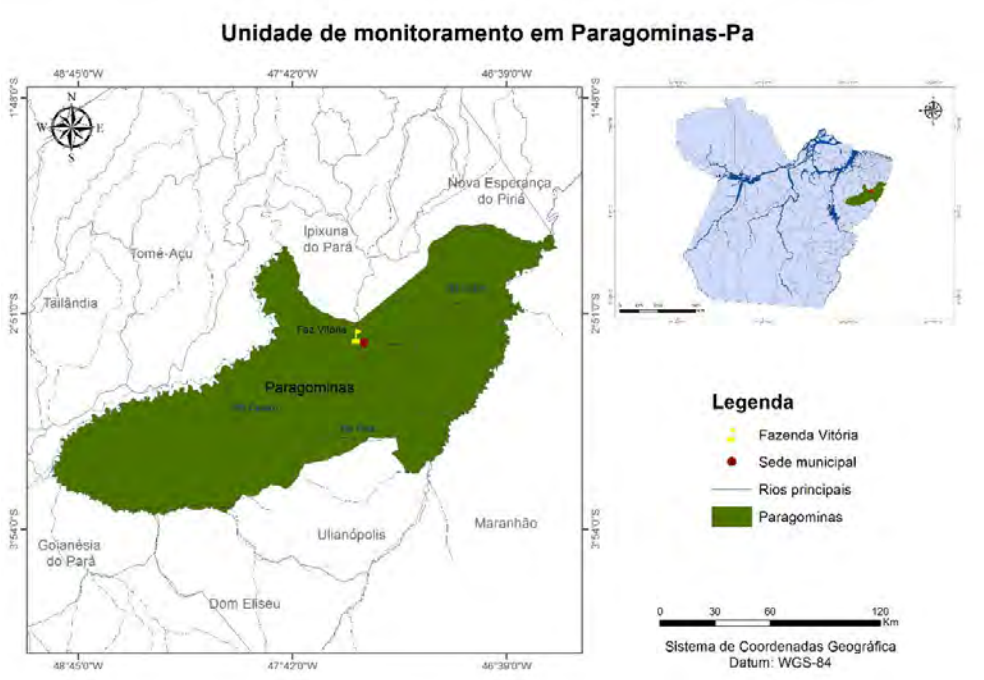


Figura 2. Localização do Município de Paragominas e da Fazenda Vitória (Paragominas/PA).
Fonte: Chaves (2014).

A formação da Fazenda Vitória deu início no ano de 1969, coincidindo com a fase inicial do processo de construção o município de Paragominas. Os primeiros sistemas de produção instalados na unidade produtiva foram pastagens destinadas a pecuária extensiva de corte, porém ao longo do processo de ocupação da área foram estabelecidos diferentes usos do solo, conforme histórico descrito na Tabela 1. Vale destacar que durante a década de 1990 foram realizadas diversas pesquisas científicas nessa fazenda, com abordagem nos temas sobre a dinâmica do carbono no solo, assim como caracterização da fauna e da flora da região (Camargo et al., 1999).

O sistema ILPF foi estabelecido em uma área de 20 ha (Tabela 2). O experimento com sistema ILPF foi implantado na Fazenda Vitória no ano de 2009 (Figuras 4 e 5). Para a formação da área experimental foram selecionadas diferentes espécies de essências florestais (Tabela 2), dispostas em faixas espaçadas a cada 20 m. Entre as faixas de árvores foi manejado cultivo de milho em sucessão com pastagem até o ano de 2012, a partir de 2013 permaneceu apenas pastagem em integração com a silvicultura, conforme descrito no histórico de uso da área (Tabela 1).

Tabela 1. Histórico da área sob o sistema integração lavoura-pecuária-floresta conduzido na Fazenda Vitória (Paragominas, PA)

Ano	Espécies componentes do sistema	Caracterização da Área	Fonte
1969	*Panicum maximum* cv. Colonião	Formação da pastagem	Camargo, 1997
1969-1975	*Panicum maximum* cv. Colonião	Não manejada	Camargo, 1997
1975	*Brachiaria humidicola*	Renovação da pastagem	Camargo, 1997
1975-1999	*Brachiaria humidicola*	Não manejada	Camargo, 1997
2000	*Brachiaria brizantha* cv. Marandu		Informações do proprietário
2004	*Brachiaria brizantha* cv. Marandu	Não manejada	El-Husny, 2010
2005	*Oryza sativa*	Cultivo convencional	El-Husny, 2010
2006	-	Pousio	El-Husny, 2010
2007	*Oryza sativa*	Cultivo convencional	El-Husny, 2010
2008	*Zea mays* e *Brachiaria ruziziensis*	Sistema integração lavoura-pecuária sem plantio direto	El-Husny, 2010
2009	*Eucalyptus urophylla* *Schizolobium amazonicum* *Khaya ivorensis* *Zea mays* *Brachiaria ruziziensis*	Implantação do sistemaagrossilvipastoril. Preparo convencional do solo para implantação da lavoura de milho em consórcio com forrageira no primeiro semestre. Produção de feno no segundo semestre	Fernandes et al., 2012
2010-2011	*Eucalyptus urophylla* *Schizolobium amazonicum* *Khaya ivorensis* *Zea mays* *Brachiaria ruziziensis*	Sistema agrossilvipastoril com lavoura de milho manejada em plantio direto na palha no primeiro semestre. Produção de feno no segundo semestre	Fernandes et al., 2012
2012	*Eucalyptus urophylla* *Schizolobium amazonicum* *Khaya ivorensis* *Zeamays* *Brachiaria brizantha* cv. Piatã	Sistema agrossilvipastoril com lavoura de milho manejada em plantio direto na palha no primeiro semestre. Pastejo direto no segundo semestre	Fernandes et al., 2012
2013	*Eucalyptus urophylla* *Schizolobium amazonicum* *Khaya ivorensis* *Brachiaria brizantha* cv. Piatã	Sistema silvipastoril com pastejo rotacionado	Informações de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental

Tabela 2. Espécies componentes do sistema integração lavoura-pecuária-floresta na Fazenda Vitória (Paragominas/PA) no ano 2008.

Espécie / Nome Comum	Função	Área (ha)
Eucalyptus urophylla (eucalipto)	Produção de madeira	0,54
Schizolobium amazonicum (paricá)	Produção de madeira para laminação	0,54
Khaya ivorensis (mogno africano)	Produção de madeira para serraria	0,54
Zea mays (milho)	Produção de grãos – em sucessão com a pastagem	18,38
Brachiaria ruziziensis	Produção de feno e palhada para cobertura do solo – sucessão com o cultivo de milho	18,38

Fonte: Chaves (2014)

Esse histórico identifica a Fazenda Vitória como importante área experimental na região Norte, pois possui um longo histórico de parceria com a Embrapa Amazônia Oriental, na geração de informações científicas sobre sistemas agropecuários (Figura 3).

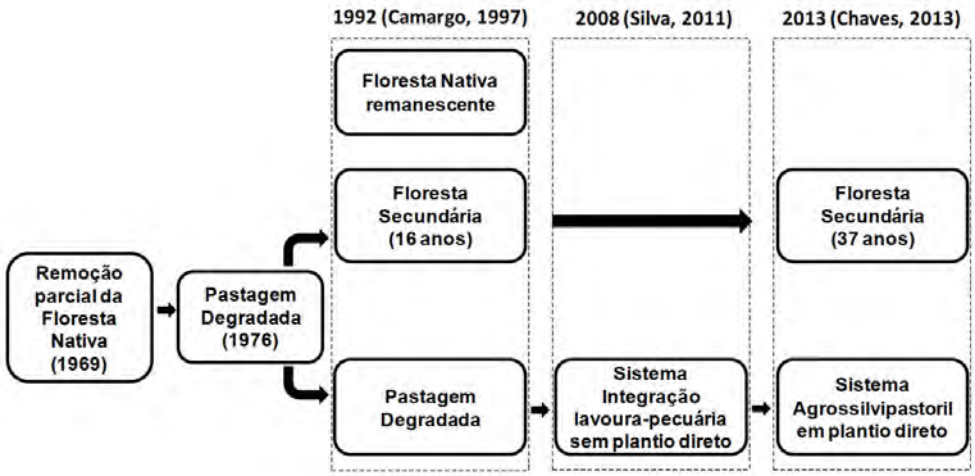


Figura 3. Cronossequência de ocupação das áreas. Fazenda Vitória em Paragominas, PA. Fonte: Chaves (2014).



Foto: Paulo Fernandes

Figura 4. Sistema integração lavoura-pecuária floresta conduzido na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) no ano de 2011.

Foto: Paulo Fernandes



Figura 5. Sistema integração pecuária floresta conduzido na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) no ano de 2013.

Coleta de solo

Foram analisadas amostras de solo coletadas em anos distintos, pois a mesma área passou por diferentes formas de manejo do solo, compondo uma cronossequência, conforme histórico descrito na Tabela 1. Assim sendo, os sistemas de produção avaliados foram:

- Pastagem em sistema ILPF (ILPF): pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cv. Piatã entre faixas de plantio de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e *Khaya ivorensis* (mogno africano). As amostras de solo foram coletadas no ano de 2013 por Chaves (2014).
- Pastagem degradada (PD): pastagem homogênea formada por *Brachiaria humidicola*, com a finalidade de criação extensiva de gado de corte. As amostras de solo foram coletadas no ano de 1993 por Camargo (1997).
- Floresta secundária (FS): floresta secundária em processo de regeneração desde 1977, utilizada como área de referência. As amostras de solo foram coletadas no ano de 2013 por Chaves (2014).

As coletas de solos, para avaliação do teor de carbono total e da densidade do solo foram feitas nas camadas 0-10 e 10-20 cm, com três repetições para cada profundidade. Analisou-se o teor de carbono do solo em analisador elementar Carlo Erba e a densidade do solo segundo Embrapa (1997). O cálculo do estoque de carbono, que corresponde ao produto do teor de carbono (g kg^{-1}) pela densidade (g cm^{-3}) e pela profundidade da camada, foi ajustado de acordo com a área de referência (FS), conforme Ellert e Bettany (1995).

Os resultados foram comparados entre as camadas avaliadas, e posteriormente,

submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados da pesquisa

A condução do sistema ILPF na URT da Fazenda Vitória promoveu melhorias nas propriedades químicas e físicas no solo da área de produção. Identificou-se que a média do estoque de carbono nas pastagens melhoradas (ILPF) foi de 41,7 Mg ha^{-1}, enquanto na pastagem em processo de degradação (PD) foi de 32,64 Mg ha^{-1}, constatando diferença significativa entre os resultados (Figura 6). Na área de floresta secundária (FS), utilizada como referência, foi observado o estoque de 45,1 Mg ha^{-1}, sendo semelhante a ILPF. Infere-se que o manejo da área interfere diretamente na dinâmica do carbono no solo, pois foi observado que após 22 anos de condução pastagem, em vias de degradação, ocorreu perda de aproximadamente 12 Mg C ha^{-1}, quando comparado ao resultado identificado na área de floresta nativa (CHAVES, 2014).

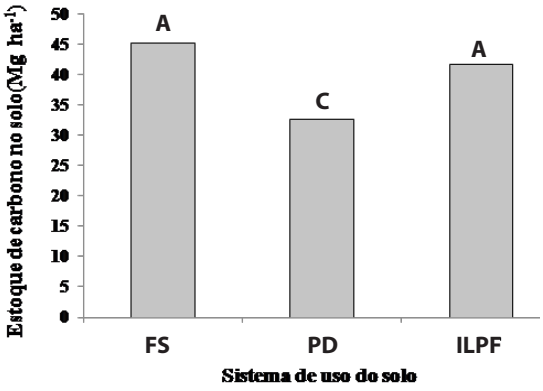


Figura 6. Estoque de carbono no solo (Mg ha^{-1}) na camada 0-30 cm nas áreas de estudo da Fazenda Vitória (Paragominas, PA). FS: Floresta Secundária em 2013; PD: Pastagem Degradada em 1992; ILPF: Sistema Integração Lavoura-pecuária-floresta em 2013.

Fonte: Chaves (2014).

A densidade do solo (DS) também apresentou alteração de acordo com o manejo aplicado na área. Na camada 0-10 cm, a DS sob floresta foi de 0,96 g cm^{-3}, sendo semelhante ao valor encontrado na mesma profundidade da área ILPF (1,04 g cm^{-3}), sendo que ambas diferiram da pastagem degradada (1,2 g cm^{-3}), conforme Figura 7. De maneira geral, as maiores variações da densidade do solo, entre as áreas de estudo, foram identificadas na camada superficial devido a maior incorporação de matéria orgânica, característica comum em Latossolos argilosos da região (Figura 8).

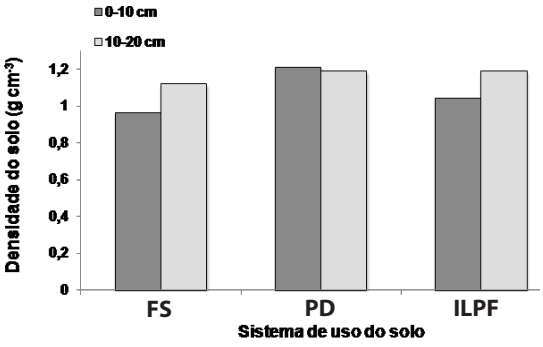


Figura 7. Densidade do solo no intervalo de 0-30cm nas áreas de estudo da Fazenda Vitória (Paragominas, PA). FS: Floresta Secundária em 2013; PD: Pastagem Degradada em 1992; ILPF: Sistema Integração Lavoura-pecuária-floresta em 2013.

Fonte: Chaves (2014).

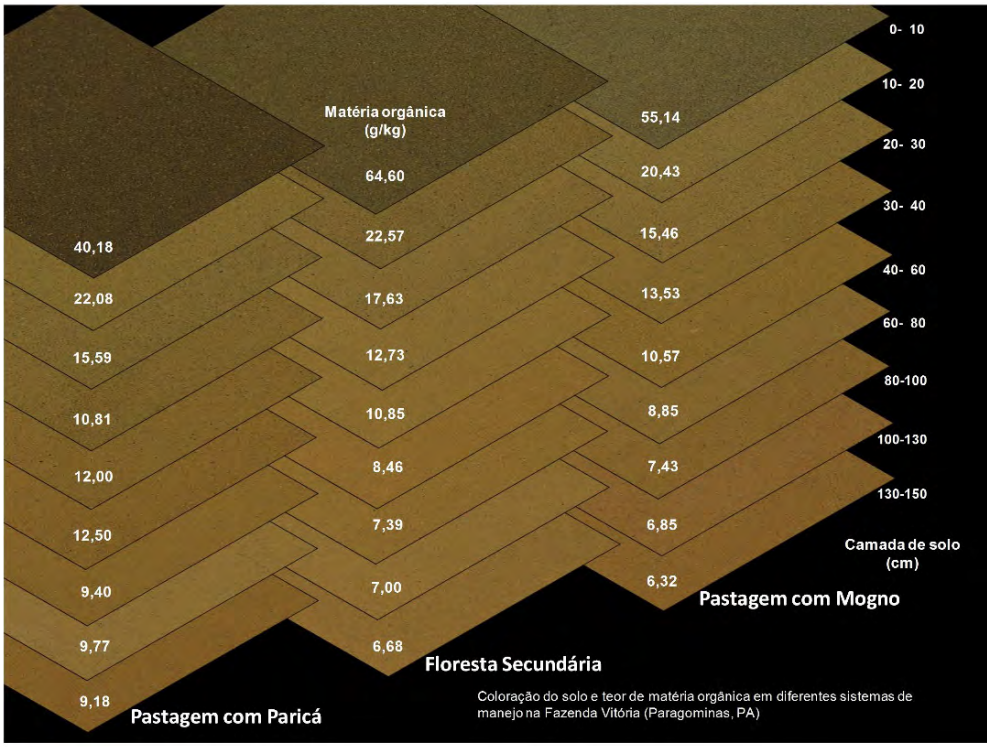


Figura 8. Teor matéria orgânica nas áreas de estudo da Fazenda Vitória (Paragominas, PA). As camadas de solo avaliadas, com seus respectivos teores de MOS, são representadas por fotografias do solo seco e macerado, refletindo suas cores reais.

O manejo correto da pastagem no sistema ILPF favoreceu a deposição e incorporação de biomassa no sistema, fatores que contribuíram para a redução no valor da densidade do solo no sistema ILPF e elevação no estoque de carbono no solo, quando comparado à pastagem degradada. Tais resultados são indicadores de melhorias da qualidade do solo pela adoção de práticas conservacionistas em sistema integrados de produção. Segundo Oliveira (2018) a conversão de vegetação nativa para pastagem leva a uma perda de 5% no acúmulo de carbono do solo na camada 0-30 cm. A autora ressalta ainda que em pastagens degradadas a perda de carbono pode atingir 12% nos primeiros 30 cm de profundidade. O manejo sustentável das pastagens é capaz de minimizar os impactos causados pela conversão floresta-pastagem (Cerri et al., 2018). Maia et al. (2009) e Cerri et al. (2018) identificaram aumento do sequestro de carbono no solo após o processo de recuperação e melhoramento de pastagens no Brasil.

Destaca-se que o aumento de matéria orgânica no solo amplia a capacidade de resiliência dessas áreas produtivas, indicando que o sistema ILPF pode ser considerado como estratégia para manejo da pecuária com baixa emissão de gases de efeito estufa na região. De acordo com Silva et al. (2014), o sistema de produção integrada apresenta potencial para agir como sumidouro de CO_2, desde que apresente correto manejo das pastagens.

É importante ressaltar que entre os anos de 2010 a 2012, fez-se sucessão de milho e forrageira em sistema plantio direto, fator que favoreceu maior acúmulo de matéria orgânica na área do sistema ILPF. O desenvolvimento do plantio direto é capaz de aumentar o teor de carbono no solo, favorecendo o aporte de matéria orgânica na área a cada ciclo de produção, por isso é considerada uma técnica agrícola sustentável, quando comparadas a manejos convencionais (Bayer et al, 2000). Além disso, a palhada é capaz de aumentar o estoque de carbono no solo, minimizando as perdas ocasionadas pelas práticas de cultivo.

Ainda neste período, as áreas PP e PM permaneceram sem pastejo direto, sendo que o capim foi convertido em feno na estação seca e comercializado para alimentar animais exportados vivos em navios. Resultados positivos também foram encontrados no desenvolvimento do componente florestal implantado em sistema ILPF, conduzido na fazenda Vitória, assim como na produção de milho no segundo ano de condução do sistema, segundo pesquisa realizada por Silva et al. (2011).

Vale ressaltar que para obter sucesso na produção do sistema, é necessário que haja um planejamento correto do sistema a ser implantado na propriedade rural, em sintonia com o perfil empreendedor e das condições edafoclimáticas da região.

Expansão de sistemas agropecuários integrados no polo de Paragominas

O Polo Agrícola de Paragominas é um exemplo de sucesso na adoção tecnológica na região Norte do Brasil. Cerca de 10% da área plantada com grãos adotava os princípios de sistemas integrados na região em 2015. As Figuras de 9 a 14 ilustram a mudança da paisagem ao longo dos anos, desde pastagem infestadas com ervas daninhas até pastagens produtivas e em sistemas silvipastoris.



Foto: Paulo Fernandes

Figura 9. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com pastagem e paricá com cinco anos de implantação. Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2013.

Foto: Paulo Fernandes



Figura 10. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta mostrando floresta secundária, cultura de milho intercalada com mogno africano e pastagem de capim Mombaça recuperada por plantios sucessivos de grãos na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2011.

Foto: Paulo Fernandes



Figura 11. Pastagem de capim Mombaça recuperada por plantios sucessivos de grãos. Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2009.



Foto: Paulo Fernandes

Figura 12. Plantio de milho intercalado com paricá, eucalipto e mogno africano na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2011.



Foto: Paulo Fernandes

Figura 13. Pastagem com baixa produtividade e plantas invasoras na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2008.

Foto: Paulo Fernandes



Figura 14. Semeadura de *Brachiaria ruziziensis* sobre lavoura de milho na Fazenda Vitória (Paragominas, PA) em 2008.

Os resultados apresentados indicam que a estratégia na transferência de tecnologia da Embrapa no município de Paragominas foi exitosa. As transformações no município ocorreram em consequência de iniciativas de várias organizações. As tecnologias preconizadas pela Embrapa colaboraram com a melhoria dos sistemas agropecuários de produção. A pesquisa desenvolvida na Fazenda Vitória evidenciou o incremento na fixação de carbono no solo da área manejada em sistema ILPF indicando contribuições favoráveis à sustentabilidade ambiental, após o processo de recuperação da pastagem. Associados a esses indicadores, o retorno do potencial produtivo das pastagens reforça a viabilidade de expansão de sistemas conservacionistas na Amazônia em áreas apontadas como pasto sujo ou pasto com solo exposto, segundo levantamento do TerraClass (Inpe, 2017). Além disso, evidenciam indicadores de presença de plantas daninhas (dominantemente C3) e ausência das gramíneas, expondo o solo aos intempéries, inclusive aumentando a fragilidade pelo processo erosivo na região (Martorano et al., 2017).

Referências

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO2. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 599-607, jul./set, 2000.

CAMARGO, P. B. **Dinâmica da matéria orgânica do solo decorrente das mudanças no uso da terra utilizando isótopos de carbono**: estudo de um caso: Paragominas, PA. 1997. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAMARGO, P. B.; TRUMBORE, S. E.; MARTINELLI, L. A.; DAVIDSON, E. A.; NEPSTAD, D. C.; VICTORIA, R. L. Soil carbon dynamics in regrowing forest of Eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v. 5, p. 693-702, 1999.

CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C.; MAIA, S. M. F.; CHERUBIN, M. R.; FEIGL, B. J.; LAL, R. Reducing Amazon deforestation through agricultural intensification in the Cerrado for advancing food security and mitigating climate change. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 989-1007, 2018.

CHAVES, S. S. F. **Dinâmica de carbono no solo sob diferentes usos da terra em Paragominas**, PA. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

EL-HUSNY, J. C. **Avaliação de indicadores de qualidade de um latossolo amarelo em sistemas de integração lavoura-pecuária no município de Paragominas**. 2010. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

EL-HUSNY, J. C.; ANDRADE, E. B.; MEYER, M. C. **Avaliação de cultivares de soja em Paragominas-Pará**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 4 p. [Links](Pesquisa em Andamento, 196).

ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 75, n. 4, p. 529-538, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 1, p.119-132, jan./mar. 1980.

FERNANDES P.C.C., ALVES, L.W.R., MARTORANO, L.G., Desenvolvimento da Integração Lavoura-pecuária-floresta no Polo Agrícola de Paragominas no Estado do Pará. **Livro Eletrônico**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 26p.

HOMMA, A. K. O. A expansão da soja na Amazônia: a repetição do modelo da pecuária? In: SEMINARIO GEOPOLITICA DA SOJA NA AMAZONIA, 2003, Belém. **Resumos**... Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Museu Emilio Goeldi, 2003. 1CD-ROM.

INPE. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 02 jul. 2017.

LEAL, G. L. R. Paragominas: a realidade do pioneirismo. 2. ed. **Paragominas**: Prefeitura Municipal de Paragominas, 2000. 200 p.

MAIA, S. M. F.; OGLE, S. M.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, v. 149, n. 1-2, p. 84-91, Feb. 2009.

MARTORANO, L.; LISBOA, L.; VILLA, P.; MORAES, J. Fragilidade das terras pelo processo erosivo das chuvas em áreas antrópicas e declivosas na Amazônia Legal. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Amazônia e seus solos: peculiaridades e potencialidades. Belém - PA. 30 de julho a 01 de agosto de 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319650712_FRAGILIDADE_DAS_TERRAS_PELO_PROCESSO_EROSIVO_DAS_CHUVAS_EM_AREAS_ANTROP ICAS_E_DECLIVOSAS_NA_AMAZONIA_LEGAL>.

OLIVEIRA, D. C. **Potencial de sequestro de carbono no solo e dinâmica da matéria orgânica em pastagens degradadas no Brasil**. 2018. 76 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; ALVES, L. W. R.; AZEVEDO, C. M. B. C. de; FERNANDES, P. C. C. Comportamento da espécie paricá (*Shizolobium amazonicum*) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no munícipio de Paragominas–PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais**... Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.

SILVA, F. D.; AMADOB, T. J. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANNC, J. M.; ANGHINONID, I.; CARVALHO, P. C. F. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 60–69, June 2014.

TOURNE, D. C. M.; MARTORANO, L. G.; BRIENZA JUNIOR, S.; DIAS, C. T. dos S.; LISBOA, L. S.; SANTORIO, S. D.; VETTORAZZI, C. A. Potential topoclimatic zones as support for forest plantation in the Amazon: advances and challenges to growing paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Environmental Development**, v. 18, p. 26-35, Apr. 2016.



Capítulo 39

Integração lavoura pecuária floresta na região Nordeste do Brasil

José Henrique de Albuquerque Rangel
Salete Alves de Moraes Samuel Figueiredo de Souza
André Júlio do Amaral
José Carlos Machado Pimentel

Introdução

A região Nordeste do Brasil compreende 1,56 milhão de km^2, dos quais o Semiárido ocupa 0,98 milhão, sendo o 0,58 milhão restante ocupado pela Zona da Mata e áreas costeiras. Em 2006 existiam no Nordeste 30,5 milhões de hectares ocupados com pastagens, sendo 16 milhões de hectares com pastagens naturais e 14,5 milhões com pastagens cultivadas (IBGE, 2006). Do total de pastagens cultivadas, 12,3 milhões de hectares eram de pastagens em boas condições e apenas 2,2 milhões de pastagens degradadas (IBGE, 2006). No entanto, aplicando-se para a região a mesma estimativa feita por Kichel et al. (2011) para o Brasil, o quantitativo de pastagens nordestinas com algum grau de degradação seria de 11,6 milhões de hectares. Considerando-se ainda, que a maior parte do Semiárido é ocupada pela Caatinga (Silva et al., 2010) essa composição florística deve ter sido considerada pelo IBGE (2006) como "matas/florestas naturais" ou "áreas ocupadas com essências florestais também usadas para pastejo", e não como pastagens. Essa categoria de florestas representava no Nordeste 19 milhões de hectares, em 2006. Dessa forma, entende-se que os 16 milhões de hectares com pastagens nativas estão em sua maioria localizados em locais aonde a caatinga foi removida, enquanto que as cultivadas estão nas zonas mais húmidas representadas pelo agreste e a mata.

O rebanho da região Nordeste em 2006 era composto de 25,3 milhões de bovinos, 6,47 milhões de caprinos, 7,8 milhões de ovinos e mais 1,2 milhão de cabeças distribuídas entre bubalinos, equinos, asininos e muares (IBGE, 2006). Tais rebanhos têm na pastagem sua fonte quase exclusiva de alimento e encontram-se espalhados nas diversas sub-regiões do Nordeste, em maiores concentrações nas Zonas da Mata e do Agreste, aonde a capacidade de suporte é mais alta, e em menor concentração no Semiárido, aonde o clima limita o crescimento das forrageiras. Em ambos os casos, porém, a quantidade de animais é bem acima da que as pastagens podem suportar, levando a uma crescente degradação das mesmas.

As pesquisas com sistemas de integração no Nordeste ainda são recentes, mas já apresentam resultados bastante satisfatórios. A adoção desses sistemas por outro lado, ainda é muito incipiente, necessitando de estratégias de transferência mais efetivas e em maior quantidade. Uma exceção a esta afirmação são os modelos tradicionais de muitos produtores das Zonas da Mata e Agreste de deixarem no pasto espécies arbóreas selecionadas e remanescentes da derrubada da mata para fornecimento de sombra aos animais em pontos estratégicos da pastagem. Esses consórcios, no entanto, são realizados sem obedecer a modelos preconcebidos. As pesquisas também podem ser divididas nas direcionadas para a Zona Semiárida e nas direcionadas para as Zonas da Mata e Agreste.

ILPF no Semiárido

As pesquisas para o Semiárido têm como foco o manejo racional da vegetação nativa da caatinga e o desenvolvimento de modelos produtivos. O estudo de espécies nativas como maniçoba (Manihot pseudoglaziovii Pax & hofman), mandioca (Manihot sculenta Crantz), pornunça (Manihot sp), mamãozinho-de-veado (Jacarta corumbensis O. Kuntz), postumeira (Gonphrena elegans Mart. Var. elegans), mandacaru sem espinho (Cereus hildemanianus K Schum), camaratuba (Cratylia argentea desv. Kuntze), umbuzeiro

(Spondia tuberosa Arr. Cam.), mororo (Bauhinia sp), sabiá (Mimosa caesalpinifolia Bentha), visam seus aproveitamentos em sistemas isolados ou em consorcio com outras forrageiras herbáceas e arbóreas (Voltolini et al., 2010). Além das forrageiras nativas, espécies exóticas fazem parte dos estudos. Entre essas espécies as mais estudadas estão as diversas espécies de capim Buffel (Cenchrus spp.), urocloa (Urochloa masambicensis), palmas forrageiras (Opuncia ficus-indica (L.) Mill. e Nopalea cochenillifera Salm-Dick), leucena (Leucaena leucochephala (Lam)), gliricidia (Gliricidia sepium (Jacq)), algaroba (Prosopis juliflora (SW) D.C.). Quanto aos modelos produtivos o foco tem sido a integração dos elementos nativos ou exóticos adaptados, dando origem a modelos capazes de aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Araujo Filho; Carvalho, 2001; Voltolini et al., 2010).

Sistema CBL

O Sistema CBL – Produção de grandes ou pequenos ruminantes, utilizando a vegetação natural da caatinga (C), no período chuvoso, associada à área de capim-Buffel (B), com piquetes de um leque de opções forrageiras (L), especialmente leguminosas (Voltolini et al., 2010). Garrotes criados nesse sistema podem atingir 14-15 arrobas aos 24-30 meses. Em termos de quilogramas de bezerros desmamados por hectare por ano, o sistema propicia um aumento de 1.000% em relação ao sistema tradicional.

Cabrito Ecológico

Caprinos de raças ou ecotipos nativos criados semi-extensivamente com pastejo em áreas de caatinga e capim-Buffel, com suplementação nos períodos críticos do ano usando resíduos agrícolas ou agroindustriais. A base alimentar das matrizes é o pastejo e o ramoneio em áreas de caatinga, complementados com pastos diferidos, forragem para reserva estratégica, palhadas e outros restos culturais, concentrados e coprodutos agroindustriais isentos ou com baixo teor de agroquímicos (Voltolini et al., 2010).

Sistema Sipro

É o Sistema Integrado de Produção Experimental – Simulação de propriedade com quatro componentes ou subsistemas: agricultura dependente de chuva (11,57 ha), agricultura com irrigação de salvação (1,5 ha), pecuária baseada na exploração da caatinga e produção florestal (4,13 ha) (Voltolini et al., 2010).

Sistema agrosilvipastoril

Sistema integrado abrangendo três parcelas de igual dimensão: área destinada à produção agrícola, área destinada à atividade pastoril e área destinada à produção madeireira (Araújo Filho; Carvalho, 2001). As variáveis de desempenho de cordeiros nesse sistema foram significativamente maiores do que as obtidas em sistema tradicional de criação (Tabela 1) (Carvalho, 2003).

Tabela 1. Desempenho de cordeiros em sistema agrossilvipastoril e sistema tradicional.

Variáveis	Sistema Agrossilvipastoril	Sistema Tradicional
Peso ao nascer (kg)	2,9 ± 0,1a	2,5 ± 0,1b
Peso á desmama (kg)	11,5 ± 0,4a	11,2 ± 0,6 a
GPD (g)	166,5	131,0
GPD ha-1 (g)	791,0	229,0
PCD ha-1 ano-1 (kg)	59,0	17,0
PCD matriz-1 ano-1 (kg)	19,0	15,5
Taxa de mortalidade	16	23

GPD – Ganho de Peso Diário; PCD - Peso de Cordeiro a Desmama.

ILPF nas Zonas da Mata e Agreste

As pesquisas com ILPF para as Zonas da Mata e agreste estão em sua maioria baseadas no uso da gliricídia ou da leucena como componente arbóreo em consórcio com lavouras, gramíneas e palma forrageira. Tais consórcios podem ser de maneira alternada entre a lavoura e a gramínea, com a palma e a gliricídia durante todo o tempo, ou com a lavoura apenas nos primeiros anos de implantação do sistema. Especificamente para a condição das áreas costeiras o consórcio da gliricídia com o coqueiro tem mostrado resultados bastante promissores (Rangel et al., 2011). Neste caso, o coqueiro entra como o componente arbóreo e a gliricídia, mantida em regime de poda e pastejo, como o componente pecuário (Figura 1).

Foto: José H.A. Rangel



Figura 1. Sistema de integração com coqueiros e glicirídia.

No município de Ubajara na região serrana de Ibiapaba, no Ceará, Cavalcante et al. (2004) estudando o comportamento de cordeiros sem raça definida, pastejando em pasto nativo enriquecido com capim Buffel, em lotações crescentes de 5, 10 e 15 animais por hectare, verificaram aumento gradativo no ganho de peso por hectare com o aumento da taxa de lotação (Tabela 2). O capim elefante e culturas de milho ou sorgo podem ser integrados ao sistema.

Tabela 2. Médias de peso vivo, ganho diário (GMD) e produção em kg de cordeiros/ha de ovinos SRD terminados em sistema IPF com coqueiros e pasto nativo em Ubajara- CE no ano de 2004.

Variáveis	Taxa de lotação (ovinos ha-1)		
	15	10	05
Peso Inicial (kg)	17,80a	20,50a	19,40a
Peso aos 126 dias (kg)	31,17a	34,23a	34,88a
GMD (kg) aos 126 dias	3,39a	4,16a	4,35ª
Prod. Kg cordeiros/ha	200,55a	135,90b	77,40c

Adaptado de Cavalcante et al. (2004).

Um sistema que tem se mostrado eficiente para recuperação de pastagens degradadas das Zonas da Mata e Agreste é o consórcio da gliricídia com milho e capim-braquiarão (Brachiaria brizantha). A gliricidia é cultiva em alamedas (filas) distanciadas entre si em cinco metros e com um e meio metro entre plantas dentro da fila, com o milho e o braquiarão cultivados associados nos dois primeiros anos entre as alamedas em sistema de plantio direto. A entrada dos animais em lotação rotacionada é feita no segundo ano após a colheita do milho. Daí em diante o produtor escolhe entre continuar com o sistema de ILPF completo, com nova cultura do milho, ou apenas com o sistema silvipastoril. Um ensaio de longo prazo vem sendo conduzido nos tabuleiros costeiros de Sergipe desde 2008. Com o objetivo de comparar a eficiência desse sistema ao sistema de monocultivo de B. brizantha na presença ou ausência de fertilização nitrogenada nas doses de 80, 160 e 240 kg de N ha^{-1}, numa área de 5,76 ha, dividida em 40 piquetes de 0,144 ha, alocados em oito blocos com cinco piquetes cada, correspondendo aos cinco tratamentos. O pastejo é realizado com novilhos mestiços Nelore, manejados em lotação intermitente e pastejo rotativo, com sete dias de uso e trinta e cinco de descanso na estação chuvosa e quarenta e nove dias na estação seca, em sistema "put and take" com um número mínimo de três animais teste (Rangel et al., 2010). A Tabela 3 contém as variáveis de comportamento animal nos diferentes tratamentos fertilizados com nitrogênio, exceto o de 80 kg N ha^{-1}, e no sistema consorciado com gliricídia (0-G) (Flexa et al., 2010). De uma maneira geral, os animais passaram a maior parte do dia na atividade de pastejo (em torno de 50%), seguida do ócio (30%) e menor parte do dia em ruminação. Para a média dos tratamentos o tempo gasto em pastejo foi significativamente maior no dia da saída do piquete do que no dia da entrada. Relação inversa ocorreu em relação ao tempo gasto com repouso. Uma maior disponibilidade de forragem de qualidade no início de pastejo do que ao final explicariam tal fato. Na média de dia de entrada e saída os animais gastaram mais tempo pastejando e ruminando no tratamento isolado sem nitrogênio do que nos demais. No tratamento consorciado, o tempo gasto em pastejo e ócio não diferiram significativamente dos

tratamentos fertilizados com nitrogênio. Maiores tempos para ócio foram verificados no tratamento consorciado e nos isolados com fertilização nitrogenada, do que no tratamento isolado sem fertilização nitrogenada.

Tabela 3. Comportamento de novilhos de corte em sistema de integração pecuária-floresta (0-G) e de B. brizantha em monocultivo, sob diferentes níveis de fertilização nitrogenada. Flexa et al. (2010).

Atividade	Dia de pastejo	Níveis de adubação nitrogenada				Média	CV%
		0	0-G	160	240		
Pastejando	Primeiro	55,11	46,37	40,68	46,56	47,18B	16,01
	Último	66,03	45,55	52,54	50,56	53,60A	
	Média	60,57a	45,96b	46,56b	48,56b		
Ruminando	Primeiro	14,54	17,72	23,59	21,54	19,35A	25,06
	Último	12,58	20,64	19,49	21,72	18,61A	
	Média	13,56b	19,18a	21,54a	21,63a		
Ócio	Primeiro	30,35	35,91	35,73	31,90	33,47A	24,93
	Último	21,38	28,06	28,06	27,72	27,74B	
		25,87b	34,86a	31,89ab	29,81ab		

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente por Tukey (p< 0,05)

O desempenho produtivo dos animais nesse ensaio foi analisado para as estações das aguas e seca na média de quatro anos (2008 a 2011). O ganho de peso individual dos animais cresceu linearmente com o aumento das doses de nitrogênio alcançando produções máximas de 3,1; 1,9 e 5,0 arrobas na dose de 240 kg N ha^{-1}, respectivamente para águas, seca e total. Para esses mesmos períodos o ganho individual dos animais no tratamento consorciado foi de 3,4; 2,9 e 6,3 arrobas, respectivamente, para águas, seca e total (Tabela 4). Considerando que as cargas animais eram ajustadas de acordo com a disponibilidade de forragem em cada tratamento, os maiores ganhos nos tratamentos fertilizados com nitrogênio foram computados para uma melhor qualidade nutricional da forragem, principalmente em teores de proteína bruta. No tratamento consorciado, além de um maior teor de proteína bruta da gramínea, favorecido pela transferência do nitrogênio biologicamente fixado pela Gliricídia, o consumo de folhas e ramos finos da leguminosa, com média de 18% de proteína bruta, enriqueceu substancialmente a dieta animal (Araujo, 2014).

Tabela 4. Ganho de peso individual de bovinos nas águas e na seca, em sistema de monocultivo de Brachiaria brizantha fertilizada com 0, 80, 160 e 240 kg N ha-1 ano, ou em um sistema de IPF com a Gliricidia sepium sem fertilização nitrogenada. Médias de quatro anos (2008 a 2011).

Tratamento	Estação das Águas		Estação Seca		Total Ano	
	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}
0 N	57d	1,9d	10e	0,3e	67e	2,2e
80 N	62d	2,1d	24d	0,8d	86d	2,9d

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Tratamento	Estação das Águas		Estação Seca		Total Ano	
	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}
160 N	74c	2,5c	40c	1,3c	114c	3,8c
240 N	92b	3,1b	56b	1,9b	148b	5,0b
IPF	103a	3,4a	87a	2,9a	190a	6,3a
Média	78	2,6	43	1,4	121	4,0

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente por Tukey (p< 0,05)
Adaptado de Araujo (2014).

Em relação ao ganho de peso por área para a média do mesmo período, ocorreu aumento de peso até a dose de 160 kg de nitrogênio na estação das águas (Tabela 5), o que não diferiu significativamente ao sistema consorciado. Na estação seca os ganhos voltaram a aumentar até a dose máxima aplicada de nitrogênio (240 kg de N ha-1), enquanto no tratamento consorciado o ganho foi significativamente maior e igual ao dobro do observado para a dose máxima de nitrogênio. Fato a ser ressaltado nesses dados é o potencial desse sistema de consorciação com a Gliricidia de manter uma regularidade de ganho de peso dos animais durante todo ano independente das condições de suficiência ou déficit hídrico no solo.

Tabela 5. Ganho de peso por hectare de bovinos nas águas e na seca em um sistema de monocultivo de Brachiaria brizantha cv. Marandu fertilizada com 0, 80, 160 e 240 kg N ha^{-1} ano, ou em um sistema de Integração/Pecuária/Floresta (IPF) com a Gliricidia sepium sem fertilização nitrogenada. Médias de quatro anos (2008 a 2011).

Tratamento	Estação das Águas		Estação Seca		Total Ano	
	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}	Ganho kg cabeça ha^{-1}	Ganho @ cabeça ha^{-1}
0 N	204c	6,8 c	86d	2,9d	290d	9,7d
80 N	339b	11,3b	107c	3,6c	446c	14,9c
160 N	388[a]	12,9[a]	115c	3,8c	503b	16,7b
240 N	350b	11,7b	147b	4,9b	497b	16,6b
IPF	381[a]	12,7[a]	304a	10,2a	685a	22,9a
Média	332	11,1	152	5,1	484	16,2

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente por Tukey (p< 0,05)

Uma análise financeira simplificada é apresentada na Tabela 6, considerando apenas como entradas a comercialização das arrobas ganhas no ano em cada um dos sistemas a um valor básico de R$ 100,00 e como custos, os valores dos fertilizantes usados em cada um dos tratamentos, também considerando um valor básico de R$ 1.000,00 por tonelada de superfosfato simples, cloreto de potássio, ou ureia. No sistema de braquiária brizantha fertilizado com nitrogênio ocorreu um aumento da margem bruta de lucro até a dose de 80 kg ha^{-1}, enquanto que no sistema consorciado foi mais do que o dobro daquela. Dessa forma, o sistema consorciado com Gliricidia, além de outras vantagens não levantadas

nesse trabalho, tem maior sustentabilidade econômica do que a aplicação de fertilizantes nitrogenados minerais.

Na Zona do Agreste, mais especificamente visando os produtores de leite, tem-se estudado a utilização dos seguintes sistemas de ILPF para reduzir a dependência de insumos externos:

1) Pastagens cultivadas com os capins: buffel (*Cenchrus ciliaris), grama aridus (Cynodon dactilum* var. aridus) e urocloa (*Urocloa mosambisensis*) em consorcio com gliricídia ou leucena;
2) Bancos de proteína de leucena, cultivada em alamedas (4,0m x 1,0m) e consorciada com milho e/ou feijão;
3) Bancos de proteína de gliricídia cultivada em alamedas (4,0m x 1,0m) e consorciada com o milho;
4) Áreas de palma forrageira cultivadas com as variedades gigante (*Opuntia ficus-indica*) e redonda (*Opuntia stricta*), em sistema adensado e em sistema simples consorciadas com gliricídia, nas linhas e milho nas entre linhas;
5) Áreas reflorestadas com sabiá (*Caesalpinea echinata*);
6) Cercas vivas forrageiras de gliricídia.

Esses sistemas já têm suas eficiências comprovadas, mas necessitam de maiores esforços para suas difusões e adoção.

Tabela 6. Análise financeira simplificada aplicada aos dados de produção de garrotes em sistemas de *Brachiaria brizantha* fertilizado com diferentes doses de nitrogênio ou em consórcio com a *Gliricidia sepium*.

Tratamento	Produção @ ha^{-1}	Renda bruta @ = R$ 100,00	Custo fertilizante R$ T = R$ 1.000,00	Margem bruta de lucro R$
0 N	9,7	970,00	SS – 400,00 KCl – 90,00 Total – 490,00	480,00
80 N	14,9	1.490,00	SS – 400,00 KCl – 90,00 Ureia –178,00 Total – 668,00	822,00
160 N	16,7	1.670,00	SS – 400,00 KCl – 180,00 Ureia – 350,00 Total – 930,00	740,00
240 N	16,6	1.660,00	SS – 400,00 KCl – 270,00 Ureia – 534,00 Total – 1.204,00	456,00
IPF	22,9	2.290,00	SS – 400,00 KCl – 90,00 Total – 490,00	1.800,00

Considerações finais

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta possuem aplicabilidade para diferentes condições de clima, solo, topografia, tamanho da propriedade, modelo da empresa agrícola, condição social dos atores e sistema agropecuários da região Nordeste.

Em alguns locais, modelos simples de integração já são praticados há algum tempo, independente da existência de modelos previamente desenvolvidos e difundidos entre os produtores. Para essa situação, um programa de pesquisa e transferência de modelos, adaptados às condições locais e comprovadamente mais eficientes do que os tradicionalmente usados, possuem maior chance de adoção e sucesso. O exemplo mais comumente encontrado desses modelos é a integração pecuária-floresta. A existência de árvores na pastagem, normalmente com a finalidade de fornecimento de sombra para os animais, já é uma realidade em muitos locais. A introdução de espécies arbóreas com mais benefícios do que as encontradas na região, ou a seleção daquelas mais eficientes entre as existentes, como também o uso de novos modelos de distribuição espacial das árvores na pastagem, são estratégias muito bem recebidas por aqueles produtores que já se beneficiam do consórcio.

A introdução do componente arbóreo no sistema lavoura-pecuária formando o sistema ILPF completo, devido aos grandes incentivos governamentais através de Políticas Publicas, já vem sendo utilizado em algumas propriedades de mais tecnificadas mas necessitando desenvolver mais pesquisas e testes para comprovar sua eficiência.

Referências

ARAUJO, H. R. de. **Potencial de um sistema silvipastoril com gliricidia em substituição a fertilização nitrogenada em capim-marandu**. 2014. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. Sistema de produção agrossilvipastoril para o Semiárido Nordestino. 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; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 102-110.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1, 1039 p.

CAVALCANTE, A. C. R.; NEIVA, J. N. M.; DANIELLI, L. A.; BOMFIM, M. A. D.; LEITE, E. R. Desempenho de cordeiros em área de coqueiral (Cocus nucifera) no Nordeste Brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **A produção animal e segurança alimentar**: anais. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia; Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 1-4.

FLEXA, T. do A.; MORAIS, J. A. da S.; SANTOS, J. C.; RANGEL, J. H. de A.; OLIVEIRA, V. da S.; OLIVEIRA NETO, A. M. de. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em pastagem de Marandu submetida a diferentes formas de adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NORDESTINO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 6., 2010, Mossoró. **Anais**... Mossoró: SNPA, 2010.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 776 p.

KICHEL, A. N.; SOARES, C. O.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G. de. Recuperação de pastagens degradadas com uso de sistemas de integração e o potencial agropecuário no Mato Grosso do Sul. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 1-12.

RANGEL, J. H. de A.; MUNIZ, E. N.; SA, J. L. de; SA, C. O. de. **Implantação e manejo de sistema integração lavoura/pecuária/floresta com *Gliricidia sepium***. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 60).

RANGEL, J. H. de A.; MUNIZ, E. N.; SA, C. O. de; SA, J. L. de. **Implantação e manejo de legumineira com gliricídia (*Gliricidia sepium*)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 63).

SILVA, P. C. G. da; MOURA, M. S. B. de; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da (Ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 1, p. 18-48.

VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; GUIMARÃES FILHO, C.; SA, C. O. de; NOGUEIRA, D. M.; CAMPECHE, D. F. B.; ARAUJO, G. G. L. de; SA, J. L. de; MOREIRA, J. N.; VESCHI, J. L. A.; SANTOS, R. D. dos; MORAES, S. A. de. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 6, p. 199-242.



David J. Bungenstab

Capítulo 40

Casos de sucesso com sistemas de ILP e ILPF na região do MATOPIBA

Marcos Lopes Teixeira Neto
Raimundo Bezerra de Araújo Neto
Geraldo Magela Cortes Carvalho
Diógenes Manoel Pedroza de Azevedo
Marcílio Nilton Lopes da Frota
Joaquim Bezerra Costa
Talmir Quinzeiro Neto
José Mário Ferro Frazão
Cláudio França Barbosa
Elisandra Solange Oliveira Bortolon

Introdução

A região do MATOPIBA é assim chamada por ser uma região agrícola de confluência de quatro Estados brasileiros, abrangindo 31 microrregiões e 337 municípios. São eles, **Ma**ranhão (33%), **To**cantins (38%), **Pi**auí (11%) e **Ba**hia (18%). Compreende uma área total de 73 milhões de hectares, dos quais 91% no bioma Cerrado, 7,3% no bioma Amazônia e 1,6% no bioma Caatinga (Figura 1). A atividade agropecuária da região responde por 8,8% da produção de grãos no Brasil, com a predominância da soja (Tabela 1), destacando-se também a pecuária bovina e as florestas plantadas com o eucalipto.

A ocupação dessa região para fins agropecuários foi bastante especializada em monocultivos, onde lavoureiros produzem apenas grãos, pecuaristas só produzem carne e madeireiros só cultivam florestas.

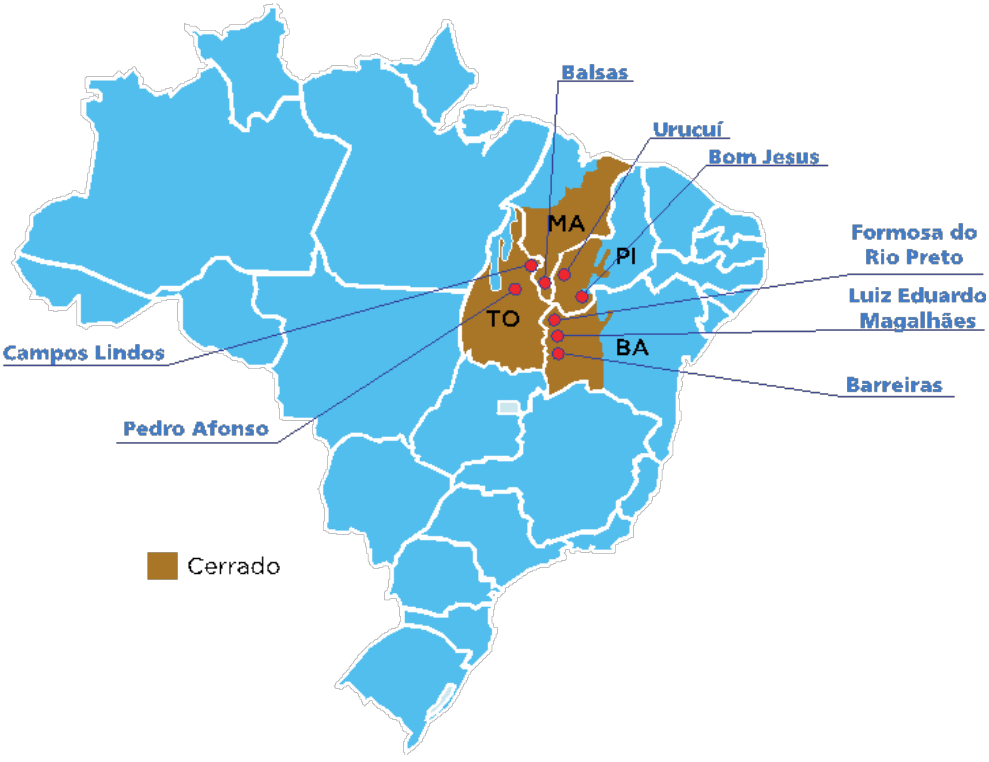


Figura 1. Localização geográfica da região do MATOPIBA.

Tabela 1. Área da produção de grãos e fibras da região do MATOPIBA.

Regiões	Soja - ha	Milho 1ª safra- ha	Algodão ha	Feijão ha	MATOPIBA ha	% Brasil
Oeste Baiano -BA:	1.303.160	210.214	290.368	64.671	1.868.414	4,5
Sudoeste Piauiense– PI	520.434	143.109	15.254	91.371	770.169	1,9
Sul Maranhense – MA	564.473	44.221	14.124	9.662	632.479	1,5

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Regiões	Soja - ha	Milho 1ª safra- ha	Algodão ha	Feijão ha	MATOPIBA ha	% Brasil
Oriental Tocantins-TO	308.865	32.007	5.027	6.771	352.670	0,9
MATOPIBA:	2.696.932	429.551	324.774	172.476	3.623.733	8,8
Brasil:	29.452.600	6.422.800	1.076.900	4.323.800	41.323.80	100

Fonte: IBGE safra 2013/14

A partir de 2004, a Embrapa vem desenvolvendo alternativas para esse modelo, propondo a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Uma iniciativa importante é o trabalho em parceria com produtores, criando-se Unidades de Referência Tecnológica (URTs) que transformam algumas propriedades rurais em referência no sistema, como relatado nos casos de sucesso a seguir.

Caso de sucesso: Fazenda Santa Luzia, São Raimundo das Mangabeiras – MA

O Sr. Osvaldo Massao, proprietário da Fazenda Santa Luzia (45° 52'35,45"S, e 92° 44'065,618" W), aceitou firmar parceria com a Embrapa na execução do Projeto de Transferência de Tecnologia em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), quando em 2004 a equipe da Embrapa, com apoio do Engenheiro Agrônomo da fazenda (Adelmo Oliveira Gomes), validou e demonstrou as tecnologias do sistema, tornando a propriedade uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) no sistema ILP para a região.

O sistema de produção até 2004 caracterizava-se por preparo do solo com grade e apenas uma pequena parcela com plantio direto na palhada de milheto, com infestação de plantas daninhas na entressafra. Só havia atividade agrícola nos seis meses do ano (Figura 2). A área cultivada era de 5.950 ha com predominância da soja e um pouco de milho e arroz, existindo apenas cerca de 100 cabeças bovinos para consumo da fazenda, os quais eram criados em uma área marginal. A produtividade da soja era de aproximadamente 2.800 kg ha^{-1} e do milho de 8.000 kg ha^{-1}.



Fotos: Marcos Teixeira

Figura 2. Sistema de cultivo praticado na fazenda Santa Luzia em 2004.

Tabela 2. Área plantada e rendimento de milho em consórcio com braquiárias e de soja em semeadura direta na palhada de braquiárias e de bois em terminação a pasto na Fazenda Santa Luzia em São Raimundo Mangabeiras, MA. 2005 a 2013.

Ano	Area (ha)	Rendimento do milho (kg ha^{-1})	Rendimento da soja (kg ha^{-1})	Ganho de peso	
				@ boi^{-1}	@ ha^{-1}
2004/05	43	8.220	-	-	-
2005/06	146	8.580	3.426	-	-
2006/07	440	8.700	3.510	3,8	8,5
2007/08	800	9.300	3.780	4,2	9,3
2008/09	990	9.360	3.648	3,0	7,3
2009/10	1.065	9.360	3.486	4,6	10,1
2010/11	1.077	9.600	3.498	4,2	9,2
2011/12	1.057	9.360	3.540	4,0	12,8
2012/13	1.050	10.080	3.780	4,8	11,1
Média	**-**	**9.180**	**3.582**	**4,08**	**9,8**

Em 2004 foi iniciado o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) como forma de diversificar e intensificar o uso da área, gerando renda no período de entressafra e benefícios ao solo, incrementando assim a produção e a receita anual. O proprietário ficou reticente em aceitar, pois o sistema incluía forrageiras como as braquiárias, que eram tidas como invasoras, permitindo que fosse utilizada somente uma pequena área isolada da área de cultivo da soja.

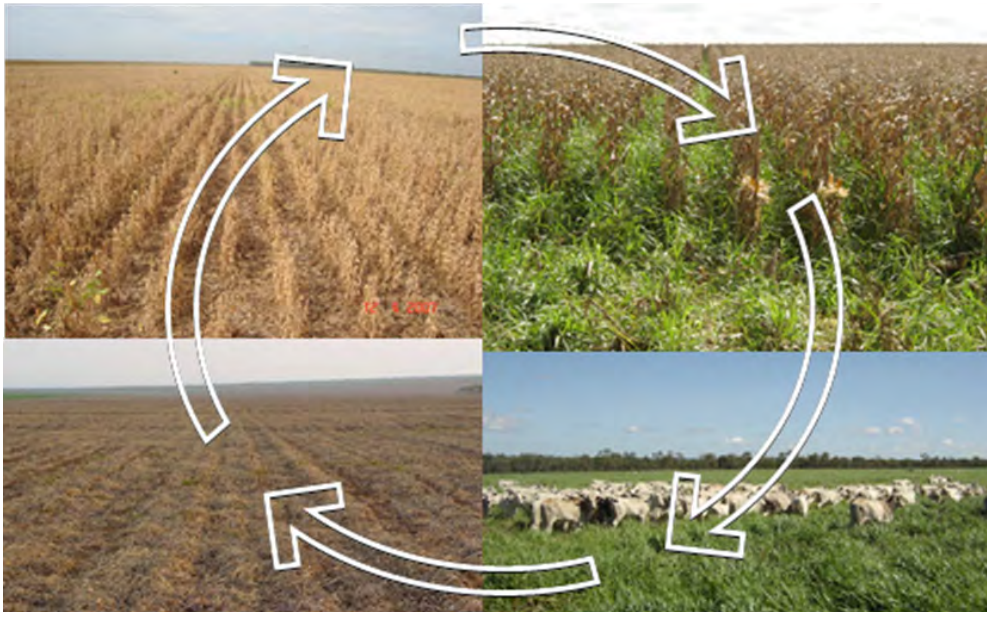
Iniciaram-se as atividades na safra 2003/04 em uma área de 02 ha de milho em consórcio com Brachiaria brizantha cujo resultado alcançado foi de 8.220 kg de milho por hectare e 43 toneladas de massa verde por hectare.

A partir desse resultado, o produtor sugeriu que se aumentasse a área para 43 ha na safra 2004/05, o que foi feito com B. brizantha e B. ruziziensis, cujos resultados levaram o produtor a acreditar no sistema e ampliar a área. Em 2013, a área destinada ao sistema milho+braquiária já era de 1.000 ha, ou seja, um quarto da área de cultivo da fazenda, cujos rendimentos variam de 8.220 a 10.080 kg ha^{-1} com média de 9.180 kg ha^{-1} em nove safras (Tabela 2). Essa média é superior à obtida até 2004, que era de 7.920 kg ha^{-1}. A partir daí passou a utilizar a B. ruziziensis por facilitar a semeadura direta.

Com o sistema de ILP consolidado na Fazenda Santa Luzia, a semeadura direta da soja na palhada da braquiária também apresentou rendimentos superiores à da palhada do milheto, como se observa na Tabela 2, variando a produtividade da soja de 3.426 a 3.780 kg ha^{-1} e média de 3.582 kg ha^{-1} em oito safras. Resultados sempre superiores ao rendimento da soja na palhada de milheto que em algumas safras com ocorrência de veranicos foi de 3.120 kg ha^{-1}. Houve ganho de produtividade de até 462 kg ha^{-1} quando utilizada a palhada de braquiária e de 762 kg ha^{-1} em relação à safra de 2004. Isso evidencia o benefício da cobertura de solo pela palhada das braquiárias, tendo em vista que ela proporcionou uma cobertura uniforme sobre a área até a colheita da soja, o que não acontece com a palhada do milheto, que tem rápida decomposição nas condições dos cerrados nordestinos.

Na terminação de bois a pasto na entressafra entre junho a outubro, as pastagens formadas posssibilitaram taxa de lotação de 02 UA ha^{-1}, permitindo colocar 2,26 cabeças de bois por hectare. Como mostrado na Tabela 2, o rendimento médio é de 4,16 arrobas por cabeça e um ganho médio de 9,32 arrobas por hectare no período de 120 dias de pastejo.

A partir desses resultados considerou-se validado o sistema agropastoril viabilizando a ILP na fazenda, representado pela Figura 3, uma vez que o produtor passou a adotar o sistema como um plano de exploração da fazenda, envolvendo o componente agrícola e pecuário que segue um plano de rotação de culturas de grãos e forrageiras na mesma área, com terminação de bois a pasto na entressafra.



Fotos: Marcos Teixeira

Figura 3. Sistema Agropastoril validado na URT da fazenda Santa Luzia em São Raimundo das Mangabeiras - MA. 2005 a 2013.

A partir da safra 2008/09 foi proposto incluir o componente florestal em um plano de ocupação de áreas marginais de cultivo na fazenda. A espécie utilizada foi o eucalipto num arranjo com renques de 3 e 5 fileiras espaçadas em 1,5m x 1,5m, 3m x 1,5m e 3m x 2m. Nas faixas entre os renques foi cultivado lavouras até o terceiro ano e daí até o sétimo ano apenas pastagem e o gado. O componente lavoura restringiu-se até o terceiro ano após o plantio do eucalipto, com duas safras seguidas de soja e rendimento médio de 2.810 kg ha^{-1} mais uma safra de milho + braquiárias no terceiro ano, o milho apresentando produtividade de 5.280 kg ha^{-1} (Tabela 3), deixando formada uma pastagem para o componente pecuário a partir do quarto ano até o sétimo ano, quando foi cortado e comercializado o eucalipto. O componente florestal foi avaliado em 2015, tendo apresentado um rendimento que variou de 129 a 220 m^3/ha de volume de madeira, conforme o número de fileiras e o espaçamento dos renques, com média de 175 m^3/ha, cujos resultados estão publicados em dissertação de mestrado, completando a validação do sistema agrosilvipastoril como

mostra a Figura 4. Todavia, está previsto manter-se até 12 ou 14 anos as árvores de maior porte para avaliação, de uso como postes ou madeira para serraria.

Tabela 3. Área plantada e rendimentos da soja e milho intercalados com eucalipto na URT de ILPF na Fazenda Santa Luzia em São Raimundo Mangabeiras, MA.

Ano	Area (ha)	Rendimento soja (kg ha^{-1})	Rendimento milho (kg ha^{-1})	Rendimento eucalipto (m^3 / ha)
2009	04	2760	-	-
2010	04	2862	-	-
2011	04	-	5280	-
2015	04	-	-	129 a 220
Média	-	2808	5280	129 a 220

Fotos: Marcos Teixeira

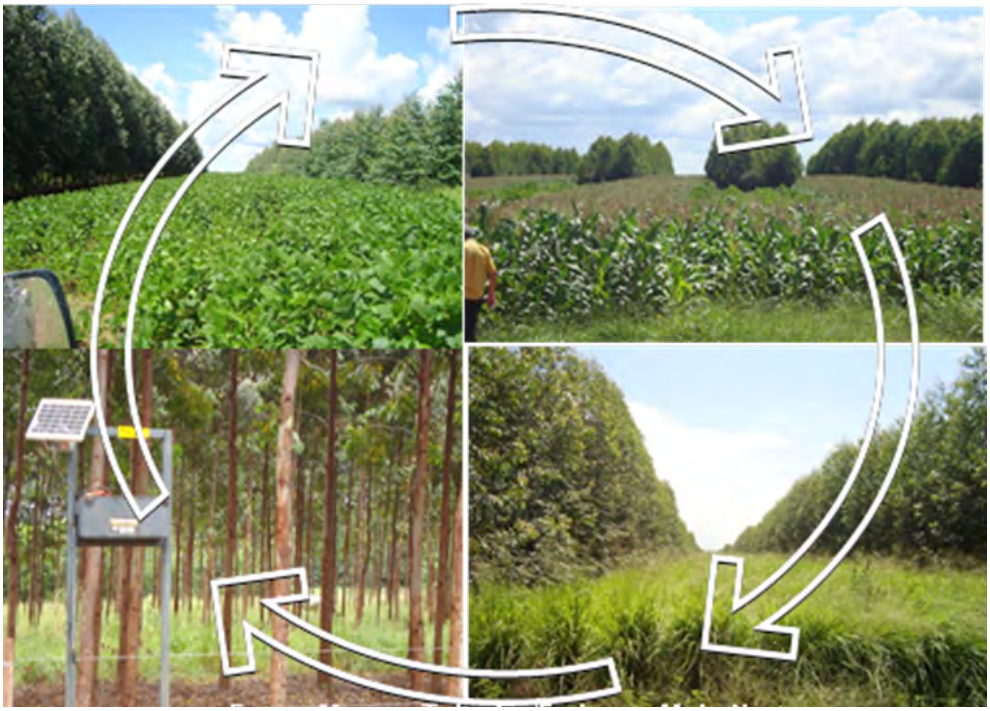


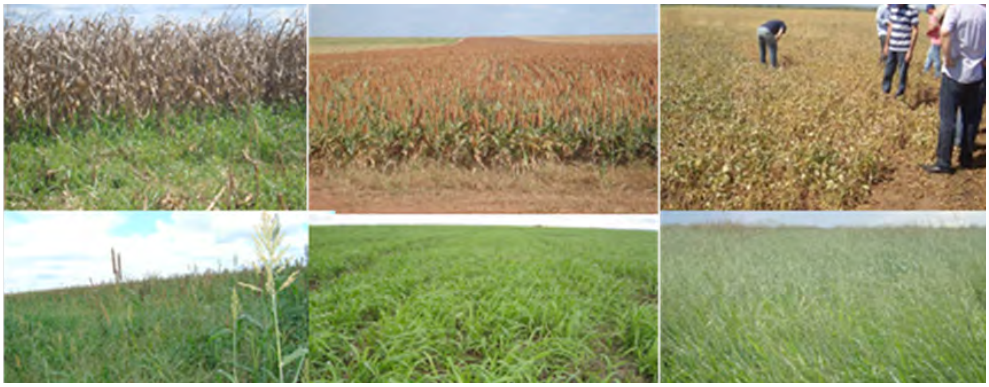
Figura 4. Sistema Agrosilvipastoril validado na URT da fazenda Santa Luzia em São Raimundo das Mangabeiras - MA. 2005 a 2013.

Produção de grãos em safrinha

A fazenda passou a fazer cultivos de culturas de grãos em safrinha nas áreas em que a soja foi plantada na primeira janela de plantio das águas. Cultiva-se milho em consórcio com B. ruziziensis. Na área da segunda janela de plantio cultiva-se o sorgo granífero e na área da terceira janela de plantio planta-se o feijão caupi e feijão comum. Na área em que o plantio da soja foi retardado faz-se sobressemeadura de milheto e B. ruziziensis, cujos resultados são apresentados na Tabela 4 e Figura 5.

Tabela 4. Área plantada e rendimento de milho em consórcio com braquiárias, sorgo granífero, feijão comum e milheto em safrinha na URT de ILP e ILPF na Fazenda Santa Luzia em São Raimundo Mangabeiras, MA. 2013 e 2014.

Cultura	Área (ha)	Rendimento (kg ha-1)
Milho + *B. ruziziensis*	914	4.920
Sorgo granífero	970	2.400
Feijão comum	90	1.008
Milheto grão	1.319	1.500



Fotos: Marcos Teixeira

Figura 5. Produção de grãos em safrinha.

Produção de feno para uso na entressafra

A fazenda ao atingir 1.000 ha de pastagem observou excesso de forragem ao final das chuvas e passou a transformar esse excesso em feno, produzido uma média de 22,5 fardos de 200 kg por hectare (Figura 6).



Fotos: Marcos Teixeira

Figura 6. Produção de feno na Fazenda Santa Luzia em São Raimundo Mangabeiras, MA.

Produção de ração com aproveitamento das quireras de milho, soja e feijão

Anteriormente à implantação do sistema a fazenda destinava toda a produção de soja para a indústria, que fazia a pré-limpeza e ficava com o resíduo e a quirera. Depois que passou a fazer a terminação de bois a pasto e surgir a necessidade de ração complementar, passou-se a aproveitar os resíduos e quireras, realizando-se a pré-limpeza na própria fazenda, instalando-se secadores de grãos e trilhadeiras, bem como torrefador de soja e uma fábrica de ração com triturador e misturador (Figura 7).

Fotos: Marcos Teixeira



Figura 7. Produção de ração na Fazenda Santa Luzia em São Raimundo Mangabeiras, MA .

A fazenda se tornou, após dez safras, referência em ILP e ILPF na região, adotando uma estratégia de produção com um plano de rotação e de ocupação intensiva de sua área. Assim, no período das chuvas, realiza-se a 1ª safra com soja e milho+forrageiras, ficando o restante da área com pastagem permanente, eucalipto, Acacia mangium e a área de preservação permanente (APP). Após a colheita da soja, faz-se a safrinha com milho+forrageiras na área da primeira janela de plantio; sorgo granífero e feijão comum ou feijão-caupi na área da segunda janela de plantio e milheto e *B. ruziziensis* em sobressemeadura na fase R5 da soja (vagens entre 50% e 75% de granação) da última janela de plantio, completando o uso da área na entressafra com terminação de bois na pastagem oriunda do consórcio, além do eucalipto, *A. mangium*.

Ao longo dos anos observou-se um incremento de 130% da produção, considerando-se a 1ª safra e safrinha, em comparação com o que era produzido antes de ser utilizada a ILP na fazenda, sem contar os rendimentos do componente florestal que deve ocorrer em 2016.

Os resultados obtidos na Unidade de Referência Tecnológica - URT da Fazenda Santa Luzia mostram que a produtividade de um hectare pode ser duplicada pelo uso da ILP, sendo recomendável também para outros produtores, promovendo assim o desenvolvimento sustentável de toda a região.

Caso de sucesso: Fazenda Barbosa no município de Brejo, MA

Vários produtores rurais migraram da região Centro-Sul para a região Nordeste atraídos pelo menor custo da terra. No entanto, encontraram condições edafoclimáticas muito

diferentes daquelas nas quais estavam acostumados a produzir. A partir dessa constatação, os conceitos sobre produção e sustentabilidade tiveram de ser revistos, sob pena de se inviabilizar a atividade agrícola por eles desenvolvida. Isso foi percebido já a partir do segundo ano de cultivo de áreas recém-abertas, como as localizadas no município de Brejo, região Leste do Maranhão.

A partir da segunda safra de soja foi observada uma redução na produtividade, mesmo com a utilização de técnicas recomendadas, tais como calagem e adubação, quando o esperado seria um incremento. Com a detecção da queda na produtividade, os produtores da região realizaram intensa troca de experiências e voltaram suas atenções para os níveis de matéria orgânica presentes nos solos da região, que eram muito baixos. O principal problema havia sido detectado, mas não era conhecido um meio eficaz de reposição de matéria orgânica no solo para a região.

A palhada de milheto foi a primeira experiência feita pelos produtores, como forma de repor a matéria orgânica do solo, no entanto, essa técnica mostrou-se insuficiente para que a produtividade da soja voltasse a um nível considerado aceitável. Nesse momento, houve uma demanda dos produtores pelo apoio da Embrapa, buscando técnicas que contribuíssem de forma mais eficiente para reposição da matéria orgânica do solo. O primeiro contato foi feito com a equipe da Embrapa Meio-Norte, quando foi apresentado aos produtores um modelo de produção baseado na integração de lavoura-pecuária (ILP).

O Sr. Vítor Barbosa, proprietário da Fazenda Barbosa, aceitou firmar parceria com a Embrapa para que em sua propriedade fosse implantado o sistema e, a partir de então, a Embrapa realizaria a Transferência de Tecnologia em sistema de ILP, tornando a Fazenda Barbosa uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) do sistema ILP para a região.

Essa parceria teve início no ano de 2010, em uma área implantada de 10 ha, sendo testados inicialmente sistemas de milho+capim (milho híbrido BRS + *B. ruziziensis*; milho + capim Piatã; milho variedade sertanejo + *B. brizanta*) e arroz + braquiária (BRS Monarca + *B. ruziziensis*). A experiência com arroz não foi bem sucedida, no entanto, na área com milho os resultados de produtividade foram bastante expressivos quando comparados à média de produtividade da própria Fazenda Barbosa e de outras da região.

Com a implantação do sistema de ILP, o foco do produtor era produzir palhada para melhoria do teor de matéria orgânica do solo e obter melhores resultados de produtividade na cultura da soja. Porém, com a formação do pasto após a colheita do milho, os gestores da fazenda atentaram para um provável sucesso também na pecuária, e introduziram o componente animal no sistema.

No ano de 2011, após constatar que o sistema poderia render bons frutos na região, houve uma efetivação do sistema ILP na Fazenda Barbosa. Nesse ano, foi implantado o Sistema ILP em mais 48 ha em rotação com a soja, seguido do uso da pastagem com bovinos na entressafra. Dessa vez sendo utilizado somente o consórcio de milho + capim (milho + *B. ruziziensis*, milho + capim Xaraés e milho + capim Massai).

Nesse ano, ainda em processo de aprendizagem, o produtor obteve uma produtividade com a cultura do milho de 3.300 kg ha^{-1}, produzidos a um custo de 3.300 kg ha^{-1}, ou seja,

nesse ano o produtor formou uma área de pasto onde colocou animais para engorda e ainda conseguiu produzir palhada para plantio da soja na próxima safra a um custo zero.

Fotos: Luís Fernando Devicari



Figura 8. Área de capim no sistema ILP com gado pastejando na Fazenda Barbosa no município de Brejo, MA.

Com maior domínio da técnica no Sistema ILP, em 2012 foram implantados mais 55 ha de ILP na Fazenda Barbosa. Assim como no ano anterior, foi utilizado o consórcio de milho + capim (milho + *B. ruziziensis*, milho + tanzânia, milho + piatã e milho + massai). Nesse ano, a produção de milho no sistema, que foi de 3.720 kg ha-1, já pagou os custos do sistema. Com esses resultados, o sistema de ILP passou a ser prioridade para a prática da agropecuária na Fazenda Barbosa.

Nos anos subsequentes, 2013 e 2014, o sistema foi implantado em uma área de 80 ha, totalizando 160 ha nesses dois anos. Em 2013, foi feito consórcio de milho + *B. ruziziensis* e milho + piatã. A produtividade do milho foi de 4.980 kg ha^{-1}, enquanto o custo foi de 3.900 kg ha^{-1}. Já no ano de 2014, além do consorcio de milho + capim, foi realizado um consórcio triplo com milho + capim + guandu. Nesse ano a produtividade do milho na área com o sistema de ILP foi de 7.260 kg ha^{-1} a um custo de .4980 kg ha^{-1}, mostrando que o sistema vem melhorando a produtividade ano a ano.

Para a cultura da soja, plantada em sistema de plantio direto na área de ILP do ano anterior, tem sido observada ao longo desses anos uma produtividade média superior a 720 kg ha^{-1} a mais na área de ILP quando comparada às demais áreas da propriedade.

No entanto, de acordo com o proprietário, a área de ILP ainda não foi ampliada para os níveis desejados. A meta é que pelo menos 25% da área plantada seja com o sistema ILP, onde 3/4 é soja e 1/4 é milho em consórcio com forrageiras.

Fotos: Luís Fernando Devicari



Figura 9. Área de soja plantada em sistema de plantio direto na palhada do capim na Fazenda Barbosa no município de Brejo, MA.

Na região também há alguns gargalos que ainda devem ser superados, tais como: a produtividade do milho abaixo do ideal, devido à baixa altitude; variação de duração do período chuvoso e distribuição irregular das chuvas, que não permitem uma previsão segura sobre a produção de matéria seca de forragem da pastagem, dificultando o dimensionamento do rebanho; a colheita da soja que coincide com a colheita do milho e a fazenda ainda não tem a infraestrutura necessária para colheita, secagem e armazenagem das duas culturas na mesma época. Isso leva ao adiamento da colheita do milho para além da época ideal. Além disso, a cultura do milho ainda não apresenta uma comercialização ágil e segura como a da soja na região.

No entanto, as dificuldades citadas não têm impedido a adoção da tecnologia na Fazenda Barbosa. Ano a ano os ajustes necessários vêm sendo feitos e o que se tem visto é que a produtividade vem melhorando anualmente com a adoção do sistema ILP. A Fazenda Barbosa pode ser considerada como uma das fazendas modelo do estado do Maranhão em adoção do Sistema ILP e atualmente é uma parceira forte da Embrapa na difusão desse sistema sustentável de produção, sendo visitada por muitos produtores e técnicos do setor agropecuário que pretendem aprender mais sobre a ILP e adotá-la nas demais propriedades da região.

Fazenda Baixa das Coivaras em Fortuna, MA

No final da década de 90 houve um incentivo do poder público municipal em Fortuna/MA, para que os produtores rurais do município passassem a ser produtores de grãos em suas propriedades nas quais predominava a pecuária de corte. Essa ação tinha como objetivo tornar o município de Fortuna um polo na produção de milho em grãos.

Com isso, no ano de 1999, o Sr. Reginaldo Vieira de Sousa, produtor rural e proprietário da Fazenda Baixa das Coivaras, decidiu cultivar milho em sua propriedade. Para a implantação do sistema, foi feita a reabertura de uma área de capoeira onde em seguida foi utilizada grade aradora, com o objetivo de preparar o solo para o plantio. Após esse procedimento observou-se desfragmentação do solo, tornando-o susceptível às intempéries. Foi realizado plantio em uma área de 38 hectares com correção prévia do solo com 3 toneladas de calcário por hectare (PRNT de 70%) seguida por 250 kg de NPK (08-30-15) no plantio e adubação de cobertura de 100 kg ha^{-1} de ureia. Vale ressaltar que no ano em questão houve uma pluviosidade acima da média histórica no município.

Nesse mesmo ano, após uma chuva intensa de cerca de 60 mm, o produtor observou que grande parte do adubo aplicado e parte do solo agricultável foram carreados da área. A chuva causou danos ao solo desprotegido, apesar do relevo considerado suave, de aproximadamente 3% de declividade, e, como resultado, a produtividade esperada de 4.800 kg ha^{-1} ficou em apenas 3.000 kg ha^{-1}.

Foi então que o produtor buscou técnicas que pudessem evitar e/ou minimizar as perdas e reduzir danos ao solo, como os ocorridos. Durante a sua participação em um dia de campo promovido pela Embrapa, ele conheceu o sistema de plantio Direto (SPD) e no ano seguinte, foi pioneiro no município de Fortuna ao adotar os procedimentos para a produção de milho em sua propriedade. Nessa primeira experiência foi utilizada palhada

de arroz, que, apesar de não apresentar uma boa qualidade para plantio direto, era o que o Sr. Reginaldo Vieira dispunha. No ano seguinte, o plantio do milho já foi realizado em SPD, juntamente com a semente de Brachiaria brizantha adotando o Sistema Santa Fé (consórcio anual de milho com forrageiras), preconizado pela Embrapa.

Com a utilização deste sistema, foi observado que mesmo em anos de precipitações pluviais acima da média histórica, houve uma redução da lixiviação do solo e da perda dos adubos utilizados. Isso provavelmente ocorreu devido ao aumento da cobertura e da elevação do teor de matéria orgânica do solo, minimizando a erosão e ainda apresentando vantagens como a recuperação e diversificação da microbiota do solo, abrangendo também os insetos e pássaros. A partir da adoção desse sistema, também tornou-se possível iniciar o trabalho com as máquinas em períodos mais curtos após as chuvas, o que não acontecia quando era praticado o sistema convencional, devido aos elevados teores de argila do solo da propriedade. Outro ponto positivo, e muito importante, foi a produtividade alcançada, até 4.800 kg ha^{-1}, utilizando-se as mesmas quantidades de insumos por hectare que foram usadas no sistema de plantio convencional.

Fotos: Reginaldo Vieira



Figura 10. Área do Sistema ILP com milho plantado na palhada do capim dessecado na Fazenda Baixa das Coivaras em Fortuna, MA.

Paulatinamente, o sistema de produção de grãos na Fazenda Baixa das Coivaras foi se aperfeiçoando, em parceria com a Embrapa, com a formação de pasto após a colheita do milho. Com a disponibilidade de pastagens, em quantidade e qualidade, houve a inclusão do componente animal no sistema, tornando-se a partir de então um Sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP).

Fotos: Reginaldo Vieira



Figura 11. Formação da área de pasto no Sistema ILP após a colheita do milho na Fazenda Baixa das Coivaras em Fortuna, MA.

Entre os anos de 2010 e 2014, a taxa de lotação média da área na qual se adotou o sistema ILP foi de quatro cabeças ha^{-1} (cerca de 3 UA ha^{-1}), com um ganho de peso em torno de 10 kg de carcaça $anima^{-1}$l mês. Nesse mesmo período, houve incremento na produtividade do milho, tendo sido registrada safra com produtividade superior a 7.200 kg ha^{-1}.



Fotos: Reginaldo Vieira

Figura 12. Animais na área de pasto no Sistema ILP na Fazenda Baixa das Coivaras em Fortuna, MA.

A Fazenda Baixa das Coivaras atualmente tem cerca de 100 hectares incorporados ao sistema de ILP e a perspectiva é de que essa área seja ampliada. Pode-se dizer que hoje a propriedade se encontra dentro do contexto da orientado para a sustentabilidade. A ILP adotada na fazenda tem-se mostrado economicamente viável com a verticalização da produção. Ambientalmente correta, pela restauração da microbiota do solo e mitigação da emissão de CO_2. Contribui também socialmente com a produção de mais alimentos e geração de emprego e renda no campo e na cidade.

A Fazenda Baixa das Coivaras atualmente é uma das fazendas modelo no estado do Maranhão na adoção e prática do Sistema ILP. O produtor Reginaldo Vieira tem sido um parceiro da Embrapa na difusão do referido sistema, tendo sido realizados dias de campo na sua propriedade, atraindo produtores da região para conhecer o seu caso de sucesso. O produtor também vem divulgando o Sistema ILP em palestras e outros eventos realizados a nível estadual e nacional. Segundo ele, a sua propriedade está sempre de portas abertas para receber produtores e técnicos do setor agropecuário e se tornou uma das principais Unidades de Referência Tecnológica do Estado do Maranhão para difundir amplamente o sistema ILP.

Caso de sucesso: Fazenda Brejinho em Pedro Afonso, TO

A Fazenda Brejinho (9° 6′ 14,26″S, 48° 9′ 5,67″W), está localizada no município de Pedro Afonso, 250 km ao Norte de Palmas, capital do Tocantins (Figura 13). Possui uma área de aproximadamente 1.500 ha sob uso agrícola, sendo aproximadamente 1.300 ha com sistemas de integração lavoura-pecuária e 100 ha com lavoura-floresta (soja-seringueira).

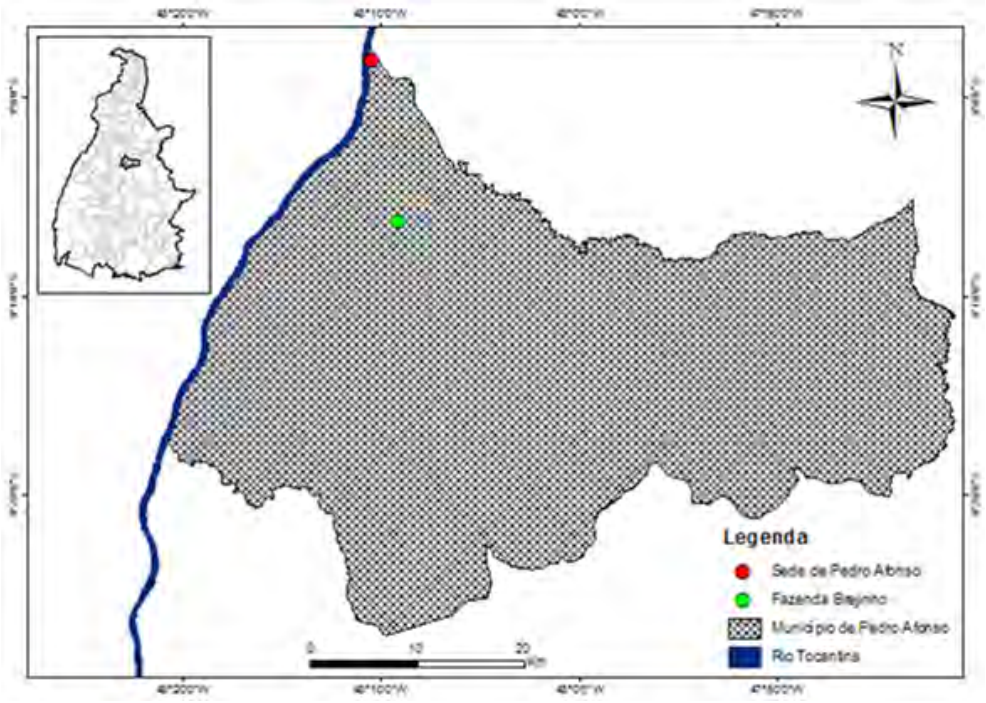


Figura 13. Localização da Fazenda Brejinho no município de Pedro Afonso, Tocantins.

Nesta fazenda predominam os Latossolos Vermelhos, caracterizados conforme a Tabela 5. Os teores de nutrientes, em geral, estão classificados como adequados para fins de produção, reflexo do manejo da fertilidade do solo e que permitem produtividade de grãos acima da média estadual. O clima predominante na região é tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão e temperatura média anual de 26,1°C. A precipitação média anual na fazenda é de 2.167 mm para o período de 1992 a 2014.

Tabela 5. Caracterização química e física da camada 0-20 cm de profundidade de Latossolo Vermelho distrófico oriundo de duas glebas sob o sistema ILP e cerrado nativo encontrados na Fazenda Brejinho (Pedro Afonso,TO).

Sistema*	pH	P	K	MO	Al_{troc}	Ca	Mg	H+Al	CTC	V%	Areia	Silte	Argila
	$CaCl_2$			mg/L		g/kg		cmolc/L		(%)	g/kg		
iLP- I	5,3	21,5	269,4	47,0	0,16	4,7	2,1	5,6	13,1	56,4	257	272	471
iLP- II	5,2	16,4	96,7	40,6	0,11	5,3	1,4	4,4	11,3	61,2	272	160	568
Nativo	4,0	3,6	75,1	37,3	1,64	0,2	0,3	10,9	11,5	5,1	260	260	480

* iLP – I: iLP sob plantio direto e rotação de culturas com: braquiária (2009-10)/soja-sorgo safrinha (2010-11)/ soja-milho safrinha (2011-12)/ soja-milho safrinha (2012-13)/soja-braquiária (2013-14); iLP – II: iLP sob plantio direto e rotação de culturas com: braquiária (2009-10)/soja-sorgo safrinha (2010-11)/soja-milho safrinha (2011-12)/ soja-milho silagem (2012-13)/soja-braquiária (2013-14).

Em 1988, 300 ha de cerrado nativo da fazenda foram convertidos em agricultura. Posteriormente, novas áreas foram sendo submetidas ao uso agrícola até que, em 2004, toda a área potencialmente útil para fins agrícolas já adotava o sistema de plantio direto. A implantação do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) se deu em 2006 e é conduzido, desde então, tendo a cultura da soja como a principal atividade econômica da fazenda. As produções de milho, sorgo, milheto e pastagem (Brachiaria brizantha cv Marandu), bem como de bovinos de corte, são alternativas de renda na entressafra e trazem para o solo os benefícios da rotação de culturas. Em 2007 foi implantado o sistema ILF (integração lavoura-floresta) com cultivo dos 100 ha de seringueira e soja, e desde 2014, cerca de 30 ha desta área já estão produzindo látex (Figura 14).

Segundo um dos proprietários da Fazenda Brejinho, o engenheiro agrônomo João Damasceno de Sá Filho, nas safras 2013/14 e 2014/15, a produtividade média da soja foi de 3.480 a 3.600 kg ha^{-1}. Na safrinha de 2014, foram cultivados 800 ha de milho e a produtividade média foi de 6.000 kg ha^{-1}. A área de cultivo foi ampliada em 100 ha para 2015, com expectativa de aumento da produtividade média. Nas áreas sob pastejo, a lotação média é de 4,6 UA ha^{-1} durante a entressafra, com a terminação a pasto de 700 animais por ano. Nas áreas sob ILP, a pastagem é implantada em fevereiro, permanece por 18 meses e é substituída por cultivo de grãos por quatro anos para então retornar a pastagem. Assim, o esquema de rotação de culturas sob ILP adotado pela fazenda, compõe um ciclo de 5 anos, contemplando a rotação das seguintes culturas: braquiária / soja-sorgo safrinha / soja-milho safrinha / soja-milho safrinha / soja / braquiária.



Fotos: Elisandra Bortolon

Figura 14. Imagens dos sistemas de produção sob ILP e ILF da Fazenda Brejinho em Pedro Afonso, TO.

Conclusão

Os sistemas ILP e ILPF, desenvolvidos e validados nas URTs das fazendas de referência acima apresentadas, levaram os produtores parceiros a adotarem o sistema como uma estratégia de exploração da fazenda, por mostrar viabilidade produtiva, econômica, social, com maior oferta de empregos e ambiental, com acréscimo de matéria orgânica e da atividade biológica do solo, além de sequestro de carbono. Essas tecnologias ajudam a manter o solo produtivo hoje e para gerações futuras, além de possibilitarem o aumento da produção sem a necessidade de abertura de novas áreas, com potencial, inclusive, para reduzir o desmatamento.

Se adotadas as tecnologias como as mostradas nestes casos de sucesso, o sistema contribui para o uso racional das áreas cultivadas, através da diversificação e intensificação sustentável do uso do solo, podendo produzir ao longo do ano e na mesma área, safra e safrinha de grãos, safrinha de bois a pasto na entressafra e ainda produtos madeireiros.

No contexto da região do MATOPIBA, os sistemas mostrados nesses casos de sucesso, uma vez replicados e adotados por produtores dos quatro estados que compõem a região, mesmo que se for utilizada apenas a atual área em cultivo, têm potencial para dobrar a oferta de alimentos ali produzidos nas próximas décadas, além de serem sistemas que praticam uma agricultura de baixa emissão de carbono, com preservação dos recursos naturais.

Referências

IBGE. GCEA-PI. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: área colhida e ou a colher de grãos (ha). Teresina, mar. 2014.

MIRANDA, E. E. (Coord.). **Caracterização territorial estratégica do MATOPIBA**: VERSÃO 2.3. Campinas: Embrapa-GITE, fev. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gite/projetos/matopiba/150211_MATOPIBA_v3.0_website.pdf>. Acesso em: 25 maio 2015.



Capítulo 41

Integração lavoura-pecuária-floresta na região Central de Minas Gerais, Brasil

Ramon Costa Alvarenga
Maria Celuta Machado Viana
Érika Regina de Oliveira Carvalho
Walfrido Machado Albernaz
Regis Pereira Venturin
Ivenio Rubens de Oliveira
Miguel Marques Gontijo Neto
Emerson Borghi
Álvaro Vilela de Resende
Monica Matoso Campanha
Thomaz Correa e Castro da Costa

Introdução

A região Central de Minas Gerais (Figura 1) situa-se em uma faixa de transição entre os biomas Mata Atlântica ao Sul e Cerrado na parte Centro-Norte, com significativos contrastes edafoclimáticos. Especialmente a parte do Cerrado convive com dois problemas de clima que são determinantes para o rendimento das lavouras e da pecuária: o de veranico com duração prolongada (20 a 30 dias) e período de ocorrência em janeiro/fevereiro e o de outono/inverno muito seco. Apesar de importante bacia leiteira e de pecuária de corte, a maioria das pastagens apresentam-se degradadas sobre solos quimicamente esgotados.

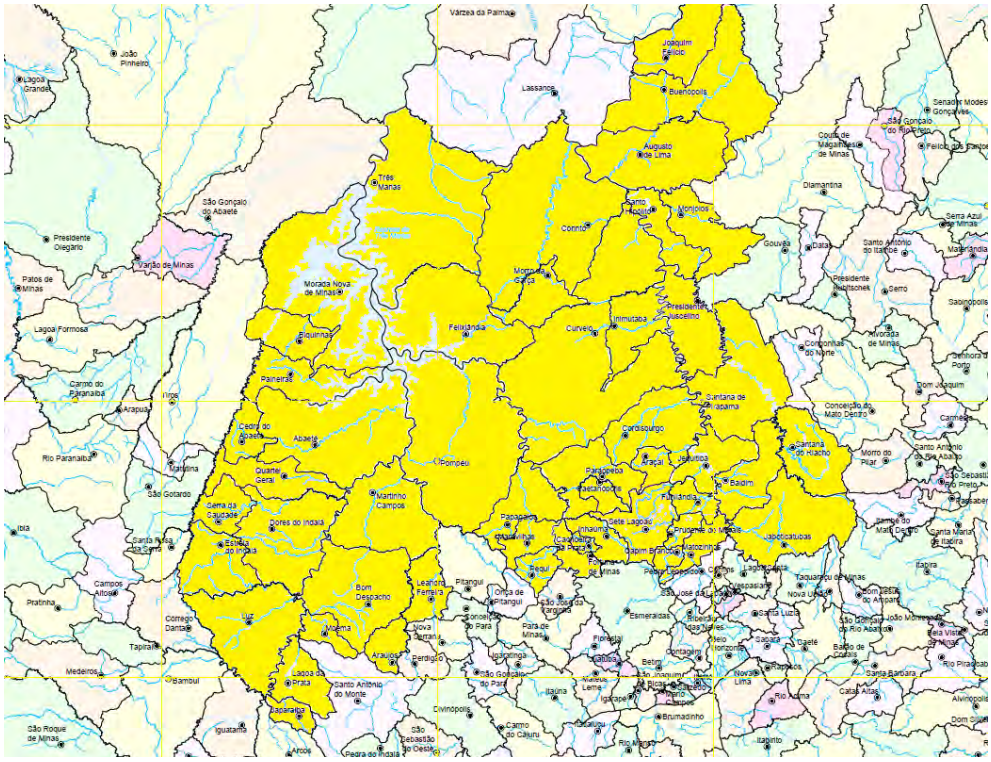


Figura 1. Mapa da região Central de Minas Gerais e Microrregião de Sete Lagoas, MG, 2019. Elaboração: Ivenio Rubens de Oliveira.

A atividade agrícola é na sua maioria complementar à pecuária. A comercialização de silagem é um negócio que vêm aumentando bastante nos últimos anos. Pecuaristas que não dimensionam bem a sua atividade, ou seja, a carga animal para a disponibilidade de forragem de suas pastagens recorrem à compra deste alimento a um alto custo como maneira de contornar o problema de falta de forragem no período seco do ano.

Mas, na região, a maioria dos produtores de grãos ou silagem adota um baixo nível tecnológico, o que resulta em baixa produtividade, afetando diretamente a oferta de forragens nos períodos críticos. Esta situação agrava-se porque nos últimos anos agrícolas ocorreu uma distribuição irregular das chuvas e a maioria dos produtores rurais perdeu

suas colheitas de milho devido à veranicos que ocorreram entre novembro e fevereiro, com maior severidade aqueles que ocorreram em janeiro.

Neste contexto, a experiência regional com sistemas ILP ou ILPF mostra serem eles estratégias sustentáveis para alcançar a estabilidade da produção. Eles possibilitam a exploração do solo durante o ano todo, alternando na mesma área lavouras e pastagem ou lavoura, pastagem e árvores, respectivamente. Como resultado haverá a produção de grãos, de forragens conservadas e de pastagens de boa qualidade além de produtos madeireiros das árvores.

Planejamento da ILPF na região Central de Minas Gerais

A rotação de lavouras com pastagem é boa estratégia, tanto para incrementar a produtividade vegetal e animal na região quanto para possibilitar colheitas, pelo menos razoáveis, diante da ocorrência de veranico que é um problema cada vez mais perceptível. O consórcio lavoura-capim pode garantir a produtividade da lavoura sem prejuízos ao pasto formado na sucessão. Existem alternativas para cada caso, considerando a vocação do produtor, suas preferências e a realidade do mercado.

O primeiro passo é o planejamento, seguido do condicionamento inicial do solo, que é decisivo para começar bem, dispensando ações corretivas no decorrer do tempo, o que pode atrasar e encarecer o projeto. Depois, é necessário adequar a intensidade com que as mudanças irão acontecer à capacidade de investimento, gerenciamento, assistência técnica, crédito e oferta de serviços no mercado.

A possibilidade de agregar renda com o componente florestal tem atraído muitos interessados em implantar este sistema em áreas com pastagem degradada. Como a região tem alta demanda por carvão, muitas vezes os sistemas ILPF são implantados com este objetivo. Desse modo, o arranjo espacial adotado no plantio do eucalipto, de 8 a 10 m nas entrelinhas e de 1 a 2 m entre plantas, prejudicará a qualidade e produtividade das próprias árvores e da pastagem consorciada. Desbastes ou espaçamentos mais largos, 30 x 4 m ou 40 x 3 m, por exemplo, podem ser usados para produção de postes e toras para serraria e manutenção de pastagens produtivas nas faixas entre as árvores. Sugere-se a produção de lenha ou carvão vegetal em povoamentos convencionais de eucalipto.

Outro ponto que merece destaque é que os princípios de manejo e conservação do solo e da água devem ser priorizados em detrimento da orientação Leste-Oeste das linhas de árvores. Ou seja, fazer conservação do solo e da água, plantios e cultivos em nível ao invés de simplesmente alinhar as árvores no sentido Leste-Oeste, sob a alegação de favorecer a entrada de luz nas faixas entre as árvores. O posicionamento do alinhamento Leste-Oeste no sentido do declive favorece a erosão. Caso queira maior luminosidade nestas faixas, a técnica correta é aumentar o espaçamento entre linhas de árvores e até entre árvores nas linhas, conforme já sugerido, e promover a desrama e desbastes.

Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) na região

As ações de fomento à ILP na região tiveram início em 2005, com o projeto "Programa de transferência de tecnologias sobre integração lavoura-pecuária – PROTILP" que possibilitou, em um primeiro momento, o treinamento de técnicos, especialmente os da Emater-MG. A partir de 2008 a Emater-MG, em parceria com a Embrapa Milho e Sorgo e Epamig, implantaram unidades demonstrativas de sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e de integração lavoura pecuária-floresta (ILPF) em fazendas da região, com o objetivo de avaliar, juntamente com os agricultores, extensionistas e pesquisadores, a viabilidade técnica, econômica e ambiental destas tecnologias.

A Unidade de Referência Tecnológica sobre Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

Para demonstrar o potencial da ILP na região, foi instalada em 2005, uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, latitude de 19º29.106´ S e longitude de 44º10.773´W e altitude de 708 m. O clima da região é do tipo Aw, com estação seca de maio a outubro e úmida de novembro a abril. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd), textura argilosa, com relevo suave ondulado e cerrado subcaducifólio.

A área experimental foi dividida em quatro glebas de aproximadamente 5,5 ha cada, onde foram estabelecidos quatro sistemas de cultivos em rotação, tendo como premissa a utilização do sistema plantio direto. Os sistemas foram:

1) Soja;
2) Milho consorciado com capim braquiária (Urochloa brizantha cv. Marandu);
3) Sorgo forrageiro consorciado com capim tanzânia (*Metathirsum maximum* cv. tanzânia);
4) Pastagem de capim tanzânia.

Em cada mês de julho nos primeiros anos do sistema, um lote de 45 animais anelorados com peso médio de 160 kg de peso vivo (PV), chegaram à URT e pastejaram as quatro glebas. Em julho do ano seguinte, com aproximadamente 360 kg de PV, seguiram para terminação em confinamento. Depois de 100 dias foram abatidos com peso vivo médio de 540 kg e rendimento de carcaça de 54%. A partir de 2013, até a presente data, tem sido selecionados animais machos provenientes de IATF de cruzamento F1 aberdeen x nelore (AxN) e nelore (N). Estes entram no sistema com peso médio de 200 kg, iniciam o confinamento com 380-400 kg de PV e aproximadamente com 110 dias são abatidos. Os cruzados (AxN) com 620 kg de PV e os nelore com 550 kg de PV e rendimento de carcaça de 57 e 55%, respectivamente. No período das águas (entre setembro e março) os animais permanecem pastejando apenas na gleba de pastagem (Figura 2) que é subdividida com cerca elétrica, em cinco piquetes, em um sistema rotacionado com sete dias de ocupação e 28 de descanso. Essa gleba recebe fertilização anual de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio,

parcelados em até três vezes. As glebas onde serão cultivadas as lavouras são dessecadas no mês de outubro e novo plantio é realizado em novembro.



Foto: Ramon C. Alvarenga

Figura 2. Lote de bovinos machos de dois graus sanguíneos em pastejo em piquete da Unidade de Referência Tecnológica (URT) na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, 2019.

Resultados obtidos na URT (Tabela 1) demonstram que houve um aumento relativo das produtividades das culturas embora, muitas vezes, o veranico tenha causado danos. O sorgo é a última cultura a ser semeada, por vezes, em dezembro. Em 2012/2013 o sorgo para silagem foi semeado em meados de novembro e produziu 52 t ha^{-1} apesar das condições climáticas desfavoráveis em função de dois períodos de veranico. Este comportamento mostra a capacidade do sorgo em produzir bem em condições de déficit hídrico temporário. Esta deficiência hídrica inicialmente causou maior prejuízo à soja, enquanto que o milho e o sorgo produziram satisfatoriamente, apesar dos veranicos. Com oito anos de implantação do sistema ILP, o solo já estava adequadamente corrigido e observava-se bom crescimento de raízes em profundidade. Em lavouras de milho da região, o sistema radicular concentra-se nos primeiros 30 cm de profundidade e se estende até 60 cm. Já no sistema ILP pode ser observada melhor distribuição das raízes de milho até um metro de profundidade, com maior concentração até 50 cm.

Embora a região não tenha tradição no cultivo da soja, tal leguminosa se mostra importante em um sistema de rotação de culturas, devido à possibilidade de mudanças no tipo de herbicidas utilizados e na quebra do ciclo de pragas e doenças que são diferentes entre leguminosas e gramíneas. Aquelas de ciclo mais curto e hábito de crescimento indeterminado tem apresentado melhor desempenho, sendo capazes de superar o veranico, emitindo nova florada e proporcionando boas produtividades (Figura 3), lembrando que são cultivadas em Sistema de Plantio Direto (SPD) na palhada da pastagem dessecada.

Tabela 1. Produtividade do Sistema Integração Lavoura-Pecuária de corte da Embrapa Milho e Sorgo em quatorze anos de condução. Sete Lagoas, MG, 2019.

Ano Agrícola	Tipo de exploração					Carne Confinamento @[c]	Ocorrência de Veranico
	Soja	Milho Silagem	Milho Grão	Sorgo Silagem	Carne		
	t/ha				@/ha		
2005/2006	1,80	N.A.a	0,00	31,0	36,7b	N.A.	Severo = S
2006/2007	2,43	N.A.	6,40	53,0	37,5	N.A.	Ausente = A
2007/2008	1,98	N.A.	8,17	41,4	N.A.	N.A.	Leve = L
2008/2009	2,80	N.A.	8,07	40,3	45,2	N.A.	Leve = L
2009/2010	2,20	N.A.	8,72	36,6	33,2	N.A.	Leve = L
2010/2011	2,37	N.A.	6,09	37,7	N.A.	N.A.	Moderado = M
2011/2012	2,90	N.A.	7,15	20,1	N.A.	N.A.	Severo = S
2012/2013	0,85	53,0	7,28	52,2	N.A.	N.A.	Dois (Nov = L e Jan = S)
2013/2014	NA	32,0	6,67	32,0	61,9d	219,9	Dois (Nov = L e Jan = SS)
2014/2015	2,24	39,0	5,14	43,2	52,4	332,2	Severo = S
2015/2016 Feijão Seca	1,24	45,9	9,01	50,0	48,2	300,6	Dois (Nov = M e Jan = SS)
2016/2017	3,81	49,8	7,67	25,4	55,7	342,6	Severo = S
2017/2018	3,65	30,2	8,53	37,2	59,3	300,1	Severo = S
2018/2019	4,11	21,2	6,12	31,4	Em avaliação	Em avaliação	Severo = SS

Umidade de grãos = 13%; MS silagem = 35%; a) NA = Não avaliado b) @/ha considerando a área de 5,5 ha do piquete de pastagem no verão - apenas suplementação mineral; c) @ totais produzidas no confinamento; d) a partir deste ano os animais receberam suplementação proteica a pasto de 0,08%PV; e) estande de sorgo inferior a 50% do recomendado e; f) produtividade de grãos de feijão semeado em janeiro de 2016.

Fotos: Ramon C. Alvarenga



Figura 3. Lavoura de soja (a) sobre palhada de pasto dessecado de M. maximum cv mombaça e (b) antes da colheita na Unidade de Referência Tecnológica (URT) na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, 2019.

Uma alternativa ao cultivo da soja é a cultura do feijão, que continuaria a fazer o mesmo papel na rotação. Outro ponto, é que a soja é um importante ingrediente das rações para os animais e tem alto custo na região. Nestes 14 anos de soja no sistema ILP, concluiu-se que a soja é boa alternativa pelo papel que desempenha na rotação e pela oferta de grãos a custo mais baixo do que sua aquisição no mercado local.

Quanto ao milho para produção de grãos ou silagem e o sorgo para silagem, ambos têm alta demanda na região. O milho oferece mais flexibilidade ao produtor, que pode decidir pela ensilagem ou produção de grãos. O sorgo tem três vantagens, especialmente em regiões com problemas de veranico: a sua maior capacidade de tolerar déficit hídrico, a sua capacidade de perfilhamento que compensa parcialmente os casos de baixo estande e, sua capacidade de rebrota, possibilitando uma segunda colheita de aproximadamente 50% da obtida na primeira. Na região, como em qualquer outro local apto a essas culturas, o produtor pode usar a estratégia de adotar as duas culturas. Em ano bom de chuvas ele vai colher bem tanto o milho quanto o sorgo. Caso o ano seja ruim de chuvas e/ou com veranico acentuado, o sorgo produz melhor que o milho e pode produzir a forragem necessária para alimentar seu rebanho. A produção de silagem usualmente se mostra como o negócio mais atrativo, devido ao preço resultante da alta demanda e da escassez de pastagem no período seco. Além disto, quando se produz silagem, há o ganho de um mês na utilização da pastagem devido à antecipação da colheita.

Produção de forragem e madeira no sistema ILPF

O arranjo estrutural e a densidade de plantio das árvores interferem decisivamente na produtividade global do sistema de ILPF. Dessa maneira, o planejamento deve abranger a estrutura necessária para o cultivo e colheita das culturas consorciadas: lavoura e pasto e ainda prever as interações dos componentes, sem perder o foco nos produtos florestais almejados. Práticas como desrama do eucalipto nos dois primeiros anos e realização de desbastes são necessários, mesmo em plantios com espaçamento bastante amplos, a fim de garantir alto valor agregado ao produto madeireiro e a longevidade das pastagens.

Resultados obtidos na região Central de Minas (Tabelas 2 e 3) em área de pastagem degradada, recuperada em 2008 utilizando a ILPF com eucalipto consorciado com milho e capim braquiária (Urochloa decumbens cv Basilisk), implantado em três arranjos: linhas duplas de 3 x 2 + 20 m (434 árvores); e de 2 x 2 + 9 m (909 árvores), e em linha simples: 9 x 2 m (556 árvores), demonstraram a viabilidade técnica do cultivo do milho para grão ou silagem no primeiro ano, sem interferência dos arranjos na produtividade da lavoura no primeiro ano (Figura 4).

Fotos: Marcos Teixeira



Figura 4. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no segundo ano após implantação. Epamig, Prudente de Morais, MG.

Após dois anos de plantio de milho utilizando o sistema ILPF o pasto foi recuperado, prevalecendo o sistema silvipastoril, composto pelo capim-braquiária e o eucalipto. Devido ao sombreamento causado pelo eucalipto ao longo do seu desenvolvimento, o pasto apresentou redução na produtividade e na densidade de perfilhos. Aos sete anos de implantação do sistema foi observado redução média de 66,62% na produção de forragem no arranjo de (2 x2)+ 9 m em relação ao (3 x 2) + 20 m. (Tabela 2). Este resultado pode ser explicado pelo maior sombreamento causado pela proximidade entre as linhas de eucalipto no arranjo mais adensado, contribuindo par a redução na produção de foragem. Outros fatores tais como a competição por água e nutrientes também podem ser considerados limitantes para o desenvolvimento da forrageira no sub-bosque, em sistemas já estabelecidos. Nos arranjos mais adensados também foi observado solo descoberto e o aumento da incidência de plantas daninhas.

Tabela 2. Produção acumulada de matéria seca (kg ha^{-1}) de *Urochloa decumbens* sob diferentes arranjos e clones de eucalipto, no sexto ano do sistema agrossilvipastoril.

Arranjos	Clones de eucalipto	
	GG100	I144
(3 x 2)+20 m	6881,86 Aa	5998,75 Ab
(2 x 2)+9 m	2466,91 Ba	1832,43 Bab
9 x 2 m	3101,69 Ba	2199,29 Bb

Aparentemtemente as cultivares da espécie *U. brizantha* sentem menos os efeitos da competição com o eucalipto. Por apresentarem hábito de crescimento em touceiras, são menos afetadas pela serrapilheira, que prejudica de forma mais intensa a U. decumbens que tem seu habito de crescimento na forma decumbente.

A definição do produto madeireiro esperado ao final do ciclo de produção passa necessariamente pela escolha do espaçamento de plantio utilizado ou da utilização de desbastes precoces no povoamento. Assim as utilizações de espaçamentos maiores propiciarão produção de madeira mais grossa, e menor será o custo de implantação da floresta. Em contrapartida, o tempo de exploração é maior e maior será o custo de manutenção do sistema. Assim o sistema de ILPF é uma das melhores formas de condução para obtenção de madeira de maior diâmetro e consequentemente maior valor agregado no produto final.

É importante reforçar que a implantação de sistemas de ILPF, deve visar sempre a produção de madeiras de maior diâmetro, pois além do valor agregado, este produto permite melhor escalonamento de venda.

Contrário do esperado aos sete anos de idade, não se percebe grande diferença em diâmetro de plantas apesar da grande diferença populacional do trabalho (434 a 909 plantas por hectare). Nota-se por esses dados que o crescimento das plantas de eucalipto, mesmo em espaçamentos maiores como o (3x2)+20 m, foi limitado pelo espaçamento duplo (Tabela 3). Assim fica claro que quando se visa a produção de madeira mais grossa a influência do arranjo de plantio duplo é bastante significativo. Nesses casos, um desbaste deve ser previsto no planejamento do sistema de produção.

Tabela 3. Altura, diâmetro (DAP), volume por planta e por hectare de clones de eucalipto em diferentes espaçamentos no sistema de ILPF, aos sete anos.

Arranjos	Desempenho Silvicultural do Eucalipto			
	Altura (m)	DAP (cm)	Volume/pl (m^3)	Volume/ha (m^3)
Clone GG100				
(3 x 2)+20 m	26,46	20,01	0,37	162,35
(2 x 2)+9 m	24,13	16,76	0,24	217,35
9 x 2 m	26,63	19,36	0,35	194,47
Clone I144				
(3 x 2)+20 m	25,58	21,00	0,40	173,50
(2 x 2)+9 m	25,24	18,03	0,29	261,45
9 x 2 m	25,35	19,65	0,35	193,47
VM 58				
(3 x 2)+20 m	22,69	20,72	0,34	148,65
(2 x 2)+9 m	21,42	17,19	0,22	202,61
9 x 2 m	22,62	19,83	0,31	173,73

Comparativamente entre os clones pode-se inferir que o clone I144 se adapta melhor aos espaçamentos menores com linhas duplas, pois apresentou maiores médias em diâmetro e altura. Já o clone VM58 mostrou-se mais indicado para espaçamentos amplos com linhas simples, cuja finalidade é a produção de madeira para serraria, já que nessas condições apresentou maiores diâmetros, ainda que com alturas de plantas inferiores.

Produtividades de grãos, forragens e madeira na URT ILPF na Embrapa Milho e Sorgo

A URT ILPF para avaliação da eficiência produtiva dos componentes do consórcio Eucalipto – Milho – Capim foi implantada, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas – MG. Nos anos de 2009, 2011 e 2013, foram implantados seis renques de eucaliptos (*Eucalyptus urophylla* cv GG100) com 100 m de comprimento no espaçamento 15 x 2 m, resultando em 333 árvores ha^{-1}. Foram utilizadas mudas clonais com adubação no sulco de 200 kg ha-1 de superfosfato simples. Na semana seguinte ao plantio foi feita a primeira adubação de cobertura com 120 g $planta^{-1}$ da formulação NPK 06-30-06 + 0,5 % B + 1,5 % Zn, metade de cada lado da cova, distanciado de 15 a 20 cm da muda. A segunda adubação de cobertura foi feita aos 60 dias pós plantio, na projeção da copa, utilizando 120 g $planta^{-1}$ de NPK 20-00-20. No ano seguinte à implantação dos renques, em novembro, foram aplicados 200 g planta-1 de 20-00-20 e em fevereiro do ano subsequente aplicou-se 15 g de ácido bórico na projeção da copa de cada árvore. Em setembro do segundo e terceiro anos após a implantação do eucalipto foram realizadas a desrama das árvores até 1/3 de sua altura, com a desrama final atingindo 6 metros, aproximadamente. Em setembro de 2014 e 2015 foi realizado o desbaste de 50% das árvores em metade dos renques implantados em 2009 e 2011, respectivamente.

Atualmente, as áreas implantadas com os sistemas consistem de seis sistemas de cultivo: sistemas silvipastoris (SSP), sendo dois implantados em 2009: (SSP1) com 333 árvores ha^{-1} e (SSP2) com 166 árvores ha^{-1}; dois implantados em 2011: (SSP3) com 333 árvores ha^{-1} e (SSP4) com 166 árvores ha^{-1}; um implantado em 2013 (SSP5) com 333 árvores ha^{-1} e, a pastagem em pleno sol (PS) implantada em 2009 (Figura 5).



Figura 5. Área experimental com os sistemas silvipastoris e de pastagem solteira implantados na URT ILPF da Embrapa Milho e Sorgo.

Em cada sistema, no ano de implantação do eucalipto e nas duas safras seguintes, foram semeados nas faixas, entre os renques, milho consorciado com cultivares de capins braquiária. Para a semeadura do milho consorciado com os capins, nas faixas entre os renques de eucalipto e em área a pleno sol, foi utilizada uma semeadora-adubadora para plantio direto, com três linhas espaçadas em 0,70 m, sendo respeitada a distância de 1 m entre a primeira linha de semeadura do milho/capim e o renque de eucalipto, com regulagem para um estande final de 68.000 plantas ha^{-1}.

Foram avaliadas três safras de milho entre os renques de eucalipto implantados em 2011 e determinou-se as eficiências produtivas de forragens (EPF) e de grãos (EPGR), que consistem na produtividade percentual de cada parcela experimental dos tratamentos no sistema ILPF em relação à média das repetições do mesmo tratamento a PS. Verificou-se que no ano de implantação do componente arbóreo (Ano 0) as EPGR, e EPFT tiveram comportamento similar, no primeiro ciclo de cultivo, entre o ILPF e o PS (Tabela 4). Entretanto, nos anos subsequentes os sistemas ILPF apresentaram decréscimo ($P<0,05$) nas produtividades de forragem e grãos em torno de 25% ao ano em relação ao sistema OS. Isto é devido, provavelmente, da competição interespecífica do eucalipto com o milho, sobretudo pelo sombreamento, uma vez que, à medida que as árvores crescem ocorre diminuição na radiação que incide sob o sub-bosque, ocasionando sombreamento do componente lavoura e/ou pasto, afetando suas produtividades.

Tabela 4. Eficiências produtivas de grãos (EPGR), de forragem total (EPF) nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e ao pleno sol (PS) nos anos 0 – 2011/2102, 1 – 2012/2013 e 2 – 2013/2014, em Sete Lagoas-MG [(1)]. Moreira et al., 2018.

Eficiências produtivas	Sistemas	Anos		
		0	1	2
EPF	ILPF	101,64aA	74,86bB	51,77bC
(%)	PS	100 aA	100 aA	100 aA
EPGR	ILPF	99,85 aA	75,86 bB	43,39 bC
(%)	PS	100 aA	100 aA	100 aA

[(1)] Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Cabe ainda ressaltar que, no caso do arranjo espacial do componente arbóreo no presente ensaio, a área real utilizada na produção do milho corresponde a 0,867 hectare para cada hectare implantado neste sistema ILPF, ou seja, as produtividades de forragens e grãos obtidas neste sistema devem ser multiplicadas por este fator. Nos meses de novembro de 2011, 2012 e 2013 os renques de eucalipto apresentavam alturas médias de 0,5; 4,8 e 10,3 m, respectivamente.

Em avaliação da interceptação luminosa e da produção de forragem, em sete cortes, no ciclo de pastejo 2015/16 nos sistemas SSP1, SSP2, SSP3, SSP4 e PS, observou-se que a radiação fotossinteticamente ativa incidente (RFAi) nas pastagens entre os renques de eucalipto foi significativamente inferior ($p<0,05$) à radiação na pastagem a pleno sol (PS), exceto no inverno (Tabela 5).

Tabela 5. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (%) no dossel forrageiro de *U. brizantha* Piatã em sistemas silvipastoris com *Eucalyptus* ssp. sob diferentes densidades e anos de implantação em relação a pastagem a pleno sol, conforme as estações climáticas[1], Sete Lagoas – MG. Moreira (2018).

Sistemas	RFAi nas estações do ano				
	Primavera 16/12/2015	Verão 01/02/2016	Outono 06/04/2016	Inverno 25/08/2016	Média
SSP1	62,79 abBC	52,11 bcB	36,69 cB	76,98 aB	57,14
SSP2	71,28 aB	68,89 aB	45,99 bB	85,57 aAB	67,93
SSP3	46,00 bC	49,40 bB	46,28 bB	77, 39 aB	54,77
SSP4	56,89 bBC	65,87 bB	52,82 bB	88,95 aAB	66,13
PS	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	

(1) Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste Tukey (p<0,05). *sistemas silvipastoris: implantado em 2009 com 333 árv. ha^{-1} (SSP1), em 2009 com 166 árv. ha^{-1} (SSP2), em 2011 com 333 árv. ha^{-1} (SSP3) e em 2011 com 166 árv. ha^{-1} (SSP4) e pastagens à pleno sol (PS).

Com exceção da primavera, não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas silvipastoris (SSPs) avaliados, indicando que o nível de interceptação da RFA, ocasionado pelos renques de eucalipto, atingiram um patamar médio em torno de 45% já no quinto ano após a implantação dos SSPs, não sendo observadas diferenças significativas entre os SSPs com 5 e 7 anos de implantação. Também, não foi observada diferença significativa entre os sistemas mais adensados em relação àqueles onde foi realizado o desbaste de 50% das árvores, com o mesmo tempo de implantação (SSP1 x SSP2 e SSP3 x SSP4), indicando que no arranjo espacial avaliado (15 metros entre renques), mesmo nas áreas com o desbaste de árvores (SSP2 e SSP4), estes apresentaram uma média anual superior em apenas 10 e 12% na %RFA em relação aos sistemas adensados (SSP1 e SSP3), sendo que a redução em 50% da população arbórea não foi suficiente para alterar de forma consistente a RFA incidente na pastagem no sub-bosque.

Já a biomassa de forragem disponível (BFOR) nos SSPs foram significativamente inferiores à BFOR na pastagem PS em todos os cortes (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios da biomassa da forragem disponível (kg ha^{-1}) e desvios padrão da forrageira *U.brizantha* cv. Piatã dos sistemas silvipastoris (SSP) e pastagem a pleno sol (PS) nos cortes avaliados. Sete Lagoas, MG. Moreira (2018).

Biomassa da forragem disponível - BFOR (kg ha^{-1})								
	Primavera		Verão		Outono		Primavera	
Sist*	Cortes**							
	14/10/15	19/11/15	14/12/15	19/01/16	23/02/19	22/03/19	18/04/16	Prod. Acum. MS (kg ha^{-1} ano^{-1})
SSP1	625 cB	1346 bB	1362 bB	2281 aB	2023 aB	2487 aCB	1089 cbC	11214 C
SSP2	854 cB	1542 bcB	2051 bB	2906 aB	2106 bB	2232 abC	1202 cBC	12893 BC
SSP3	484 cB	1254 bcB	2241 abB	2674 aB	2802 aAB	2937 aCB	1103 cC	13495 BC
SSP4	453 cB	1525 bB	2277 bB	3966 aB	3244 aAB	3323 aB	1663 bB	16451 B

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Biomassa da forragem disponível - BFOR (kg ha^{-1})								
	Primavera		Verão		Outono		Primavera	
Sist*	Cortes**							
	14/10/15	19/11/15	14/12/15	19/01/16	23/02/19	22/03/19	18/04/16	Prod. Acum. MS (kg ha^{-1} ano^{-1})
PS	1620 cA	3494 bcA	3903 abcA	6756 aA	4448 abcA	4879 abA	3435 bcA	28533 A
Média	807	1832	2361	3717	2925	3171	1698	16451

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha, maiúscula na coluna, diferem pelo Teste Tukey, ($p<0,05$). *sistemas silvipastoris: implantado em 2009 com 333 árv. ha^{-1} (SSP1), em 2009 com 166 árv. ha^{-1} (SSP2), em 2011 com 333 árv. ha^{-1} (SSP3) e em 2011 com 166 árv. ha^{-1} (SSP4) e pastagens à pleno sol (PS); ** Cortes: 1º - 19/11/15, 2º - 14/12/15, 3º - 19/01/16, 4º - 23/02/16, 5º - 22/03/16, 6º 18/04/16 e 7º 24/11/16. Prod. Acum. MS: Produção de matéria seca acumulada no período experimental.

Com exceção ao 7º corte para SSPs, no quinto ano de implantação (SSP3 e SSP4), a densidade de árvores entre os sistemas implantados em um mesmo ano (SSP1 x SSP2 e SSP3 x SSP4) não influenciou a disponibilidade de forragem. Este resultado indica que o desbaste de 50% das árvores no quarto ano de implantação não ocasionou a esperada redução da pressão de competição exercida pelo eucalipto sobre a forrageira (Tabela 6). Assim, percebe-se que o desbaste poderia ter ocorrido mais cedo do que o ocorrido ou de forma mais rigorosa.

De modo geral, os valores médios para produção de biomassa de forragem no PS (28.533 kg ha^{-1} ano^{-1}) foram superiores em relação aos SSP's com média de 13.513,25 kg de MS ha^{-1} ano^{-1}. O sombreamento proporcionado pelas árvores nesses sistemas foi efetivo para promover redução de 53% na produção da forrageira se comparado ao pleno sol. A superioridade da produção do PS, provavelmente, se deve à maior radiação fotossinteticamente ativa e menor competição de espécies por recursos (água e nutrientes) às plantas se comparado aos sistemas integrados.

URT ILPF Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG

Uma parceria foi firmada em 2017/2018 entre a Embrapa e a Lagoa dos Currais Agropecuária Ltda para a condução de uma URT onde foram implantados quatro sistemas de ILPF com diferentes níveis de investimento tecnológico. A Fazenda Lagoa dos Currais fica situada na zona de influência de Curvelo-MG, região representativa das atividades de pecuária de corte e de produção de eucalipto, onde a convivência com a restrição hídrica é o maior desafio enfrentado pelos produtores. A propriedade é focada na produção e venda de genética animal (Guzerá e cruzamentos Guzonel e Guzolanda) e silvicultura de eucalipto em mais de 1.300 ha implantados a partir de 2013, com sistemas de Integração Pecuária-Floresta, composto por renques de eucalipto em pastagens de braquiárias (Figura 6).

Foto: arquivo Fazenda Lagoa dos Currais



Figura 6. Foto aérea de área da Fazenda Lagoa dos Currais implantada em 2013 no sistema IPF composto por renques (12 x 3m) de eucalipto em pastagem de braquiária.

A URT Lagoa dos Currais visa obter, em âmbito de fazenda, informações de desempenho técnico e econômico na intensificação de sistemas em módulos de produção comercial, e agregar iniciativas de desenvolvimento agropecuário envolvendo capacitação para produtores, técnicos e consultores, além de ações educativas voltadas à formação de profissionais de ciências agrárias.

Os sistema ILPF implantados são constituídos por renques de eucalipto no espaçamento 20 x 4 m (120 árvores ha^{-1}) e semeadura de sorgo forrageiro consorciado com Marandu (Urochloa brizantha) nos Níveis 3 e 4 (sistema intensificado e potencial produtivo, respectivamente) e semeadura exclusiva de Marandu nos Níveis 1 e 2 (padrão regional e sistema melhorado, respectivamente). A fertilidade do solo e níveis tecnológicos testados são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados da análise de solo da área e descrição dos níveis de intensificação utilizados na safra 2017/18 na URT.

Área de implantação de sistemas de ILPF – Fazenda Lagoa dos Currais, 2017/2018																			
Análise inicial do solo	**pH_ $CaCl_2$**	**MO**	**P_ RES**	**K**	**Ca**	**Mg**	**CTC**	**V%**	**S-SO_4**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Ca%**	**Mg%**	**K%**	**H+Al**	**SB**
	4,3	**27,7**	**2,0**	**1,4**	**5**	**2**	**49**	**18**	**3,0**	**0,2**	**1,1**	**48**	**3,2**	**0,4**	**11,0**	**4,0**	**2,7**	**40,7**	**8,7**
Tratamentos Área total = 44 hectares	**Nível 1 (Padrão Regional) Talhão 11 hectares**				**Nível 2 (Sistema melhorado) Talhão 11 hectares**					**Nível 3 (Sistema intensificado) Talhão 11 hectares**					**Nível 4 (Produção Potencial) Talhão 11 hectares**				
Forrageiras	Marandu				Marandu					Marandu+Sorgo Silageiro BRS 658					Marandu+Sorgo Silageiro BRS 658				
Saturação de bases pretendida	V=40%				V=60%					V=70%					V=70% x 1,5				

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Área de implantação de sistemas de ILPF – Fazenda Lagoa dos Currais, 2017/2018																			
Análise inicial do solo	**pH_ $CaCl_2$**	**MO**	**P_ RES**	**K**	**Ca**	**Mg**	**CTC**	**V%**	**S-SO_4**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Ca%**	**Mg%**	**K%**	**H+Al**	**SB**
	4,3	**27,7**	**2,0**	**1,4**	**5**	**2**	**49**	**18**	**3,0**	**0,2**	**1,1**	**48**	**3,2**	**0,4**	**11,0**	**4,0**	**2,7**	**40,7**	**8,7**
Calcário dolomítico aplicado PRNT 95% (t/ha)		1,1					1,9					2,6					3,8		
Gesso agrícola aplicado (t/ha)		**1,1**					**1,1**					**1,1**					**2,0**		
Fósforo aplicado a lanço – corretiva (kg/ha 10-50-00/P_2O_5)		84/42					170/85					170/85					170/85		
Potássio aplicado a lanço – corretiva (kg/ha 00-00-60/K_2O)		-					-					80/48					131/79		
Micronutrientes aplicados a lanço – corretiva (kgha FTE BR12)		-					-					-					51		
Fósforo aplicado sulco (kg/ha 10-50-00/P_2O_5)		**-**					**-**					**112/56**					**138/69**		
Nitrogênio implantação (kg/ha N corretiva + N sulco)		8					17					17+11					17+14		
Nitrogênio cobertura (kg/ha ureia/N)		-					87/40					140/64					140/64		

Neste período, após a implantação até o momento, foram realizadas avaliações de produtividade de forragem antes da colheita (silagem/feno) e entrada dos animais nos piquetes. Também estão sendo realizadas pesagens periódicas dos animais e ajustes na carga animal nos piquetes.

Atualmente, a URT ILPF Lagoa dos Currais está consolidada como um ambiente de troca de experiências entre pesquisadores, assistência técnica, produtores e estudantes. Com a possibilidade de validação de avanços científicos aplicados à produção em escala comercial, em uma propriedade privada, a URT funcionará como uma vitrine tecnológica a campo.

Programa ABC – Estudo do caso da Agropecuária Martins Andrade

No município de Sete Lagoas, no distrito de Silva Xavier, a Fazenda Nossa Senhora da Santíssima Trindade, com 382 hectares, é um exemplo de visão moderna de gestão da

propriedade rural de pecuária de corte, ao adotar medidas que proporcionam impactos positivos no meio ambiente e que, simultaneamente, elevam os rendimentos de suas atividades produtivas, gerando um faturamento que garante emprego e renda na Agropecuária Martins Andrade. As práticas conservacionistas e as tecnologias de produção ali empregadas se tornaram referência para outras propriedades da região, onde se busca um novo modelo para adequação socioeconômica e ambiental, aos padrões exigidos tanto pela legislação quanto pelo mercado.

O projeto implantado nesta propriedade faz parte do Programa de Revitalização do Rio São Francisco e prioriza as propriedades da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Paiol, tributário do Ribeirão Jequitibá, um dos mais importantes afluentes do Rio das Velhas, que deságua no Rio São Francisco. No município de Sete Lagoas, foram realizadas ações de cunho ambiental, como duas campanhas ambientais e cursos de capacitação para 43 agentes ambientais nas comunidades beneficiadas pelas obras de implantação de 790 bacias de captação de enxurrada, implantação de 886 km de terraços, cercamento de 30 nascentes e da vegetação ciliar ao longo de 20 km de cursos d'água. A Empresa Rural Minas, a Companhia de Desenvolvimento da Vale do Rio São Francisco (CODEVASF) e a Agência Nacional das Águas (ANA), foram as entidades executoras e financiadoras destes trabalhos de mecanização e cercamento.

Na Fazenda Nossa Senhora da Santíssima Trindade, as pastagens degradadas comprometiam a viabilidade da pecuária de corte. Para a recuperação das áreas foram trabalhados 98 hectares destas pastagens com terraços, locados de 50 em 50 metros e 178 bacias de contenção de enxurrada, capazes de captar até 38 mil litros de água cada uma. Houve também a proteção de quatro nascentes e da vegetação ciliar da propriedade. Estes trabalhos realizados com recursos disponibilizados na forma de serviços do Governo Federal, na ordem de R$141.414,00 na época, estimularam os proprietários a investir ainda mais, com a contratação de crédito rural na linha do Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono) junto ao Banco do Brasil, através do projeto técnico elaborado pela equipe da EMATER-MG. O investimento de R$ 357 mil contemplou a recuperação de 174 hectares de pastagens, sendo 23 hectares no sistema IPF, 14 hectares do sistema ILPF e 137 hectares no sistema convencional.

Nas áreas recuperadas (Figura 7) foi aplicado adubo orgânico à base de cama de aviário compostada. Nas pastagens degradadas, infestadas de formigas e cupins, e com deficiência de cobertura vegetal, foi realizada a incorporação de cama de aviário e a de corretivos, calcário, gesso e superfosfato simples, de acordo com recomendação baseada em análise de solo, realizada em todas as glebas, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade.



Foto: Érika O. Carvalho

Figura 7. Sistema silvipastoril em área de pastagem recuperada da Agropecuária Martins Andrade. Sete Lagoas, MG, 2015.

Nas glebas destinadas à ILPF e IPF realizou-se a subsolagem logo abaixo dos terraços, onde foram plantadas, em dezembro de 2013, duas fileiras paralelas de eucalipto urograndis, no espaçamento 2x3 m, com faixa de 50 m entre renques. Na gleba IPF o plantio do capim ocorreu em março de 2014, juntamente com a incorporação do superfosfato simples e do adubo orgânico. O consórcio de milho-braquiária, na gleba com ILPF, foi implantado na safra 2014/2015.

Considerações finais

São nítidos os ganhos ambientais e econômicos demonstrados com os investimentos no sistema produtivo, que refletem na capacidade de retenção de água nas áreas revegetadas com o capim, pela produção de grãos e forragens. Isto também é perceptível no crescimento da floresta de eucalipto, que passa a ser uma alternativa de renda para as propriedades, funcionando também como fonte de madeira para as demandas internas da propriedade, melhora o microclima para o rebanho e melhora o fluxo de caixa e a gestão do negócio.

Em contrapartida, o eucalipto é um grande competidor pelos insumos água, luz e nutrientes, sendo que a partir do terceiro ano exercem forte pressão de competição com as lavouras e as pastagens que reduzem as produtividades. Desse modo, recomenda-se utilizar espaçamentos mais amplos como estratégia de redução da interferência na pastagem que vai permanecer consorciada até a colheita das árvores. A adubação desta pastagem é outro fator decisivo na sua produtividade e longevidade. O cultivo de lavouras é recomendado somente nos dois primeiros anos de implantação das árvores.

Referências

MOREIRA, ELWIRA DAPHINN SILVA; GONTIJO NETO, MIGUEL MARQUES ; LANA, ÂNGELA MARIA QUINTÃO ; BORGHI, EMERSON ; SANTOS, CLAUDINEI ALVES DOS ; ALVARENGA, RAMON COSTA; VIANA, MARIA CELUTA MACHADO. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA**, v. 53, p. 419-426, 2018



Davi J. Bungenstab

Capítulo 42

Casos de sucesso na implantação de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em propriedades leiteiras de base familiar na Zona da Mata e do Campo das Vertentes de Minas Gerais

Carlos Eugênio Martins
Marcelo Dias Müller
Wadson Sebastião Duarte da Rocha
Leonardo Henrique Ferreira Calsavara
Weliton Coelho de Andrade
Alexandre Magno Brighenti dos Santos
Mirton José Frota Morenz
Fausto de Souza Sobrinho
Paulino José Melo Andrade
Sérgio Rustichelli Teixeira
Domingos Sávio Campos Paciullo
Andréia Ferreira Machado

Introdução

Apesar da importância das pastagens para os sistemas de produção de leite no Brasil, estas, normalmente, ocupam as piores áreas quando comparadas às áreas ocupadas pela agricultura. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de biocombustíveis, fibras, resinas e açúcar. Dados obtidos de trabalhos de pesquisa de campo realizados nos estados de Goiás e Minas Gerais revelam que a maioria dos produtores não considera a pastagem como cultura (Bressan et. al, 1999).

Uma alternativa para o produtor está em incorporar tais áreas aos sistemas de produção, de forma planejada. Isso significa aumentar não só a oferta de alimentos nobres, como leite, carne e cereais, mas produzir múltiplos produtos de florestas plantadas, como madeira, energia, fibra e biodiesel. Neste sentido, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ganham destaque como uma alternativa de produção sustentável para a agricultura familiar em áreas montanhosas, na medida em que proporcionam a otimização do uso do solo com ganhos ambientais, aumento da produtividade e da renda no meio rural.

Apesar de todo o potencial de inserção da pecuária leiteira nos sistemas de produção integrada, ainda há muitos pontos a serem esclarecidos. Dentre os principais desafios, destacam-se:

- Dificuldades para obtenção de maquinário para plantio das lavouras integradas com as forrageiras. Isso pode ser uma forte restrição para adoção da ILPF. Em regiões onde a agricultura é mais desenvolvida esse problema é minimizado pela utilização de máquinas de aluguel. Contudo, em algumas regiões tais facilidades não estão disponíveis e o investimento na compra de semeadoras de plantio direto e colhedoras de grãos provavelmente não seja viável. Há necessidade de busca de alternativas, como fontes de financiamentos especiais a juros mais baixos e com prazos de pagamento mais longos e flexíveis, equipamentos funcionais para uso em pequenas propriedades e em topografia acidentada como a Zona da Mata de Minas Gerais, além da compra em conjunto, por meio de associações de produtores.
- Resistência dos produtores: a exploração leiteira é trabalhosa e exige uma estrutura "fixa". Entretanto, é uma atividade com maior potencial de incremento na renda dos produtores. Além do mais, a própria cultura dos produtores de leite que tem sua exploração baseada no cooperativismo, pelo menos na venda dos produtos, pode favorecer a quebra dessa resistência, por meio de contratos de parcerias com os produtores de grãos. A forragem produzida nas fazendas, a princípio para obtenção de palhada para o plantio direto das lavouras, seria utilizada na época seca pelos pecuaristas para produção de leite, além da possibilidade de aumentar a renda com a venda, ou uso na fazenda, de lenha, madeira, frutos, sementes, fibras, dentre outros, provenientes do componente arbóreo. Esse seria um passo inicial importante para "convencimento" do agricultor da viabilidade da inclusão da pecuária de leite na ILPF. Ao mesmo tempo, impulsionaria o pecuarista de leite a adotar os sistemas integrados de produção.

O método tradicional utilizado na formação ou recuperação de áreas constitui-se no uso de tratores, normalmente de esteiras, arando de "morro abaixo" e a semeadura a lanço. Este método não leva em consideração práticas de conservação do solo e correção da fertilidade, favorecendo a rápida degradação das áreas e perdas de solo por erosão, além de apresentar um custo elevado. Em face desta situação, a Emater - MG em parceria com instituições de pesquisa como a Universidade Federal de Viçosa e Embrapa tem buscado a divulgação de alternativas para recuperação e formação de pastagens na região pelo sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Assim, aqui estão descritos dois casos de sucesso em execução ambos no estado de Minas Gerais. Um é no Sítio do Valão, localizado no município de Mar de Espanha, na Zona da Mata e outro na Chácara das Gabirobas, no município de Coronel Xavier Chaves.

Metodologia

Nas duas propriedades rurais em que o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta foi implantado, as práticas agrícolas implementadas foram discutidas entre os profissionais de assistência técnica e extensão rural da Emater/MG, os pesquisadores da Embrapa Gado de Leite e os empresários rurais proprietários das unidades produtivas em estudo. Para tanto foram seguidos os seguintes passos:

1) Planejamento: produtor e técnico, de posse dos resultados de análise do solo fizeram o planejamento das culturas a serem implantadas, da dose de corretivos de solo e de adubações das culturas, dos produtos a serem utilizados no controle de invasoras e dos detalhes técnicos da implantação, divisão das propriedades em glebas, definição do sistema de integração para cada gleba e sequência de implantação.
2) Correção do solo: feita com calcário dolomítico conforme recomendações baseadas na análise de solo.
3) Dessecação da área: a dessecação das áreas foi feita com herbicidas a base de glifosato com pulverizador costal manual e válvula reguladora de pressão.
4) Semeadura e/ou Plantio: utilizou-se o sistema de plantio direto, com semeadora de tração mecanizada. O componente florestal, eucalipto, foi plantado em covas abertas manualmente, com o auxílio de cavadeira de boca.
5) Adubação de cobertura e de manutenção: a adubação de cobertura seguiu a recomendação estabelecida pela Embrapa Gado de Leite para as culturas do milho e da braquiária, ao passo que o eucalipto seguiu a recomendação da Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).
6) Colheita: o milho implantado no sistema foi colhido para silagem e para grãos. Após a colheita do milho, a pastagem, em sua maioria de *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) ou *B. ruziziensis* (cv, Kenedy), era manejada para sua utilização em pastejo por vacas leiteiras ou nos anos de 2014 e 2015, no Sítio do Valão, para a ensilagem da forragem produzida.

O Caso do Sítio do Valão, município de Mar de Espanha, Minas Gerais

Com o objetivo de implantar um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, foi selecionado um empreendimento na Zona da Mata Mineira especializado na produção de leite e que possuísse pastagens com necessidade de recuperação. Foi escolhido o "Sítio Valão", de propriedade dos irmãos Machado (Carlos Machado, Vicente de Paula Machado e Sérgio Machado), que sempre se baseou na pecuária de leite como base econômica para sustento das famílias ali instaladas. É uma fazenda com aproximadamente 130 hectares, localizada no município de Mar de Espanha (MG) com relevo montanhoso, típico da região Sudeste de Minas Gerais. A mentalidade dos proprietários, no entanto, sempre foi diferenciada. O trabalho e administração da fazenda é conjunto, com definições claras de funções para cada um dos integrantes. Apesar das dificuldades financeiras, buscaram, no emprego de tecnologias, alternativas para melhoria da atividade leiteira. Desde os anos de 1990 iniciaram os trabalhos de melhoramento do rebanho, por meio da inseminação artificial, visando animais rústicos e produtivos, trabalhando com cruzamento das raças Holandesa e Gir Leiteiro. Foram os pioneiros na região na adoção do plantio direto, iniciado no ano de 2000. De lá para cá, arado e grade praticamente foram "aposentados" no Sítio Valão.

Como mencionado, a base da exploração sempre foi a pecuária de leite. As áreas de baixadas e aquelas com inclinação que permitisse a mecanização eram utilizadas para a produção de forragem e também de grãos. Normalmente adotavam o plantio do milho para silagem na safra e do feijão na safrinha, em sequência. Muitas vezes adotavam plantios do milho ou sorgo para silagem tanto na safra quanto na safrinha, objetivando a produção em quantidade e qualidade para a alimentação do rebanho.

Continuando a busca por tecnologias que permitissem o aumento da eficiência da atividade leiteira e o incremento em renda, em 2005 foi iniciada no Sítio Valão a integração entre lavoura e pecuária (ILP), com a orientação da Embrapa Gado de Leite e o acompanhamento da Emater. Inicialmente os trabalhos foram conduzidos com o objetivo de recuperação de áreas de lavouras degradadas, possibilitando ainda a disponibilização de pasto na época seca e de palhada para o plantio da safra seguinte.

Após análise da propriedade e discussão com os proprietários, foram definidas as formas de atuação, de modo a se alterar o mínimo possível o manejo utilizado.

Como se trata de uma região montanhosa, a princípio, as áreas menos acidentadas e de baixada foram aproveitadas com o sistema ILP. Nas áreas com relevo um pouco mais acidentado, foi sugerido o sistema com a implantação de árvores (sistema silvipastoril - SSP). Os dois primeiros anos não foram bem-sucedidos, em função das condições climáticas e também de alguns métodos adotados. Após a realização de alguns ajustes, o sistema começou a funcionar e apresentar os resultados.

Na Tabela 1 estão apresentadas as produtividades de silagem, feijão e do pasto formado após a retirada das lavouras nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10. Observa-se que as produtividades de silagem foram elevadas, acima da média da região. Com o aumento da

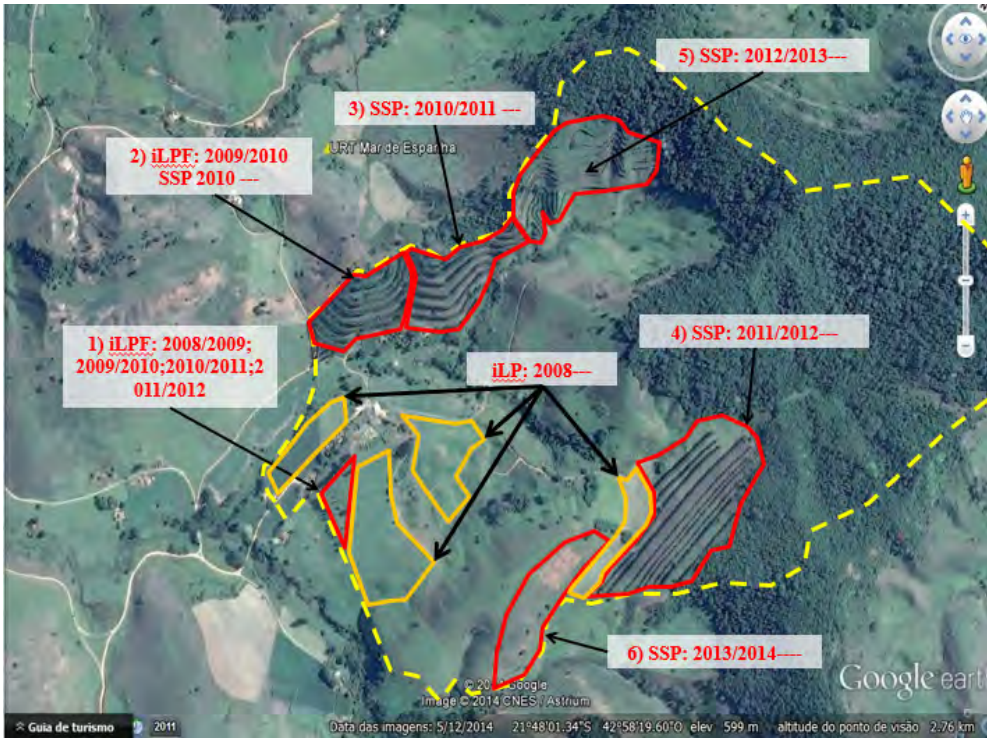


Figura 1. Divisão da propriedade (Sítio do valão) em glebas e indicação do modelo a ser utilizado para cada situação, de acordo com o seu potencial.

Fonte: Google Earth.

produtividade de silagem, a primeira grande vantagem foi a redução na área necessária para encher os silos. Com isso, parte do milho cultivado, a princípio para produção de silagem, foi colhido como grão. Este, por sua vez, foi utilizado para a formulação do concentrado, produzido na propriedade, reduzindo o custo da ração. Como a produtividade do milho foi alta (aproximadamente 9.000 kg/ha), foi possível comercializar parte da produção, agregando mais renda à propriedade.

Em relação ao feijão, cultura tradicional do Sítio Valão, segundo relatos dos produtores, não houve aumento na produtividade. É importante mencionar que o sistema de ILP foi sugerido de modo a se alterar o mínimo possível o manejo utilizado na propriedade. A manutenção do cultivo do feijão nas áreas é uma prova disto. Embora não contribua efetivamente com a atividade leiteira, fazia parte das atividades da propriedade e sempre gerou renda adicional. Ressalta-se também, que o cultivo do feijão no Sítio Valão ocorre na safrinha, onde as condições de clima, especialmente a precipitação pluviométrica, são muito variáveis e afetam negativamente o desenvolvimento da cultura. Em função disso, não era esperado incremento na produtividade do feijão pelo emprego da ILP.

Tabela 1. Rendimento de milho para silagem e grãos, feijão e pastagem nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10 obtidas no sistema de ILP no Sítio Valão (Mar de Espanha/MG).

Safra	Milho silagem (t/ha)	Milho grão (kg/ha)	Feijão (kg/ha)	Pastagem (t/ha de forragem verde)
2007/2008	55	9.360	1.200	52,5
2008/2009	60	9.060	1.080	60
2009/2010	50	9.000	1.200	45

* Estimativa de produção.

Outro efeito positivo percebido logo no início da adoção da ILP foi a produção de forragem do pasto recém-formado. Após a colheita do milho para a silagem, a pastagem implantada apresentou alta taxa de crescimento, proporcionando forragem de boa qualidade e quantidade (Tabela 1).

O que anteriormente era uma área degradada e com pouca cobertura vegetal, infestada por plantas daninhas que não contribuíam com a alimentação dos animais, passou a ser fonte de alimento em época de escassez (inverno). Aproximadamente 50 dias após a colheita da silagem a área começou a ser pastejada, retardando a necessidade de fornecimento de volumoso no cocho como fonte exclusiva de forragem. No início da época chuvosa posterior, em função do maior vigor das plantas, a rebrota do pasto foi adiantada, permitindo também a redução da suplementação volumosa no cocho.

No período de inverno, quando se iniciou o aproveitamento do pasto recém-formado no sistema ILP (Figura 2), foi realizado teste para demonstrar a contribuição da forragem produzida para o manejo da propriedade. Uma área de 3 ha, próxima ao curral, implantada originalmente com milho e *B. brizantha* (cv. Marandu), foi dividida em 13 piquetes para pastejo rotacionado, com ocupação de 15 vacas por um dia. Os animais, para efeito de suplementação alimentar concentrada, foram divididos em três grupos. A redução na quantidade de ração fornecida aos animais no cocho não provocou decréscimo significativo na sua produção de leite. Mesmo com um intervalo de desfolha muito curto (12 dias), a produção de forragem foi elevada. Os ajustes necessários na taxa de lotação foram realizados (Figura 3). Constatou-se, portanto, que a forragem produzida pelo pasto recuperado foi capaz de substituir parte do concentrado disponibilizado aos animais, mantendo-se a produtividade de leite. Isto foi importante para os próprios produtores verificarem e decidirem pela redução do fornecimento de alimento concentrado, contribuindo para o aumento da renda líquida da atividade leiteira. Inicialmente eram fornecidos 8 kg de concentrado por vaca/dia e, a partir da utilização da área implantada com *B. brizantha*, houve redução de 4 kg de concentrado por vaca/dia.



Figura 2. Piquete de Brachiaria brizantha (cv. Marandu), formado no sistema de ILP, pastejado por vacas leiteiras no Sítio Valão (Mar de Espanha, MG).

Fonte: Embrapa Gado de Leite.

Em função dos resultados obtidos, esta área de 3 ha, normalmente cultivada com milho para silagem, foi deixada como pasto no período de safra. Entre outubro de 2008 e março de 2009, foram mantidas aproximadamente 21 vacas, em sistema de pastejo rotacionado, com média de produção de leite de 20 kg vaca-1 dia, proporcionando produtividade média de 140 kg ha^{-1} dia (Figura 3).

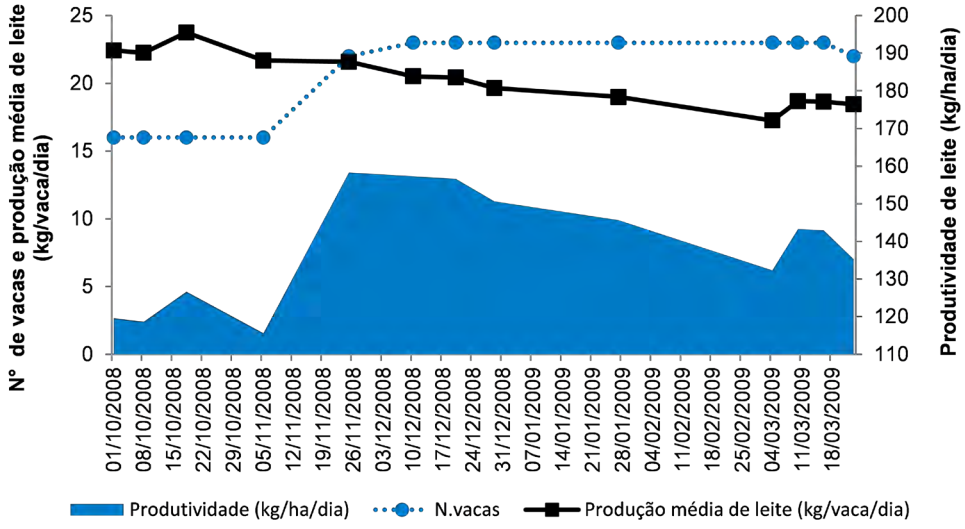


Figura 3. Número de vacas, produção média e produtividade de leite no período de outubro de 2008 a março de 2009, obtidas em piquetes de *B. brizantha* (cv. Marandu) implantados no sistema de ILP no Sítio Valão (Mar de Espanha/MG).

Ainda na safra de 2008/09 uma área de aproximadamente 1,5 ha com pastagem degradada próxima ao curral foi incluída no sistema, visando substituir a silagem que seria produzida na área de 3 ha deixada com pasto e também recuperar esta área de pastagem. Decidiu-se incluir o componente arbóreo visando tanto o sombreamento para os animais como também alternativa de renda futura para os produtores. Adotou-se, assim, o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com o plantio consorciado do milho para silagem, braquiária e eucalipto. O arranjo espacial adotado foi o de 21,0 x (3,0 x 2,0), sendo duas fileiras de árvores, com espaçamento entre plantas de 3,0 x 2,0 metros e 21 metros entre as faixas, totalizando uma densidade de 416 árvores por hectare. Foram utilizadas mudas de Eucalyptus grandis propagadas por sementes. Nas áreas entre as faixas de árvores foi feito o cultivo em consórcio do milho e a *Brachiaria brizantha* (cv.Marandu). Seis meses após o plantio do consórcio, e dois meses após a colheita do milho para silagem, os animais tiveram acesso ao pasto recém-formado. Para isso foi necessária a proteção das linhas de eucalipto por meio de cerca eletrificada. Em um primeiro momento foram utilizadas novilhas, para evitar-se danos às árvores que já estavam com aproximadamente 3 m de altura. Nessa área foi realizado o cultivo de milho x braquiária durante quatro anos, com produtividades de silagem de milho variando de 35 a 60 t/ha/ano, sendo este valor máximo no primeiro ano. No quarto ano foi realizado o corte raso das árvores, com uma produção de 55 esteres de madeira, comercializada para produção de toretes, além de 300 estacas que foram utilizadas para a produção de mourões tratados no sistema de substituição de seiva na própria fazenda (Figura 4).



Figura 4. Detalhes da primeira área implantada com o sistema ILPF no Sítio Valão (Mar de Espanha, MG). No quarto ano foi feito o corte raso das árvores para o aproveitamento da madeira para comercialização e produção de mourões. Fonte: Embrapa Gado de Leite.

Ainda na safra de 2008/09 novas áreas foram inseridas no sistema de ILP. Em uma destas áreas, considerada a melhor da propriedade e normalmente cultivada na safra e na safrinha com milho para silagem, foi realizado novo teste para comprovação da capacidade de suporte. A forrageira implantada foi a *B. ruziziensis* (cv. Comum), cuja finalidade inicial era o fornecimento de forragem no inverno e de palhada para o plantio direto subsequente.

Parte da área (0,6 ha) foi dividida em 13 piquetes e explorada com quatro vacas, com média de produção de leite de 18 kg vaca^{-1} dia, aproximadamente (Figura 5).



Figura 5. Piquetes de Brachiaria ruziziensis, formados no sistema de ILP, no Sítio Valão (Mar de Espanha, MG).
Fonte: Embrapa Gado de Leite.

O manejo adotado na fazenda preconizava o fornecimento de silagem no cocho durante o ano todo. Na época seca todos os animais recebiam de 30 a 40 kg vaca^{-1} dia de silagem de milho e na época das águas 10 kg vaca^{-1} dia.

É importante salientar que as vacas que pastejavam a área de B.ruziziensis não recebiam silagem de milho e somente 2 kg vaca^{-1} dia de concentrado, além da forragem consumida na pastagem. As vacas que pastejavam a área de B.brizantha, por sua vez, recebiam 10 kg vaca^{-1} dia de silagem de milho e 4 kg vaca^{-1} dia de concentrado.

A partir de 2010, nova área de ILP, de aproximadamente quatro hectares, foi implantada com o consórcio milho + *B.brizantha* (cv. Marandu). Após o corte do milho para a silagem, em metade da área, a pastagem de capim-Marandu foi incorporada à área de *B. ruziziensis*, totalizando 2,6 hectares. Esta área foi dividida em 17 piquetes, de modo que cada piquete fosse pastejado por um dia, com descanso de 16 dias. Estes 17 piquetes mantiveram 16 vacas, com uma taxa de lotação superior a cinco vacas ha^{-1} (Figura 6). Com a redução do volume de chuvas, no início da época seca, as vacas estão recebem 10 kg vaca^{-1} dia de silagem de milho e 4 kg vaca^{-1} dia de concentrado, com produtividade média de leite de 21 kg vaca^{-1} dia. Esses resultados evidenciam que a pastagem bem manejada é capaz de manter animais com altas produtividades de leite para a região e o tipo de sistema, gerando substancial redução nos custos.



Figura 6. Visão geral de parte do Sítio Valão. Áreas de ILP e ILPF.
Fonte: Embrapa Gado de Leite.

Na safra 2009/2010 foi também implantada uma nova área de ILPF, mais acidentada, mas com o mesmo arranjo, em aproximadamente cinco hectares, utilizando-se o cultivo em consórcio do milho e a *Brachiaria brizantha* (cv.Marandu) nas áreas entre as faixas de árvores (Figura 7). Nessa oportunidade foram utilizadas mudas clonais de um híbrido de eucalipto (urograndis). Na sequência, safra 2010/2011, foi implantada uma área adjacente de mesmo tamanho com o sistema silvipastoril.



Figura 7. Implantação do sistema ILPF em duas áreas sequenciais. À esquerda a área implantada na safra 2009/2010. À direita a área implantada em 2010/2011. Fonte: Embrapa Gado de Leite.

É importante mencionar que a obtenção e manutenção das produtividades vegetais (milho e forrageiras) obtidas no Sítio Valão, assim como em qualquer outra propriedade, estão altamente relacionadas com o manejo de corretivos e adubações utilizado nos sistemas. Com a intensificação da exploração da terra, a extração de nutrientes pelas plantas é incrementada, tornando essencial a sua reposição.

A produção florestal para as demais áreas foi estimada com base em dados dendrométricos obtidos em campo, com o auxílio do software SisEucalipto, desenvolvido pela Embrapa Florestas para a estimativa da produção de madeira e seus multiprodutos. Foi feita uma projeção da produção de madeira considerando-se um horizonte de 12 anos, com previsão de dois desbastes seletivos (50%) aos 4 e 8 anos antes do corte final. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa de produção florestal para o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com mudas propagadas por sementes x mudas com plantio na safra 2009/2010 no Sítio do Valão em MG.

Tipo de madeira	Ano da colheita		
	Ano 4	Ano 8	Ano 12
Lenha/mourões (peças)	380	160	160
Toretes (st/ha)	13,5	75	40
Madeira para serraria (st/ha)	0	45	180

Vale salientar que nestes oito anos de trabalho em parceria com a Emater/MG e os proprietários do Sítio do Valão, foi possível incrementar a produção diária de leite da fazenda de 700 para 1.200 litros.

A Figura 8 mostram o Sítio do Valão antes da implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ano de 2007) e sete anos após a implantação do sistema ILPF e suas diversas formas (ano de 2014).



Figura 8. Sítio Valão, antes (esquerda) e após (direita) a implantação da estratégia iLPF.
Fonte: Google Earth.

O caso da Chácara das Gabirobas município de Coronel Xavier Chaves – Minas Gerais.

Como no caso anterior, foi selecionada uma propriedade no município de Coronel Xavier Chaves/MG, na região do Campo das Vertentes. A propriedade, de 26 hectares, tinha produção leiteira de 100 litros dia^{-1}, baseada em sistema de produção com os bovinos a pasto. As pastagens apresentavam estágio avançado de degradação.

Após a fase de diagnóstico participativo, a propriedade foi dividida em glebas e, a cada ano, uma das glebas foi alvo da implantação do sistema (Figura 9). A região apresenta relevo suave ondulado, de forma que para a parte mais baixa foi proposta a instalação do sistema ILP e nas partes mais onduladas a recuperação da pastagem com a implantação do sistema de ILPF.

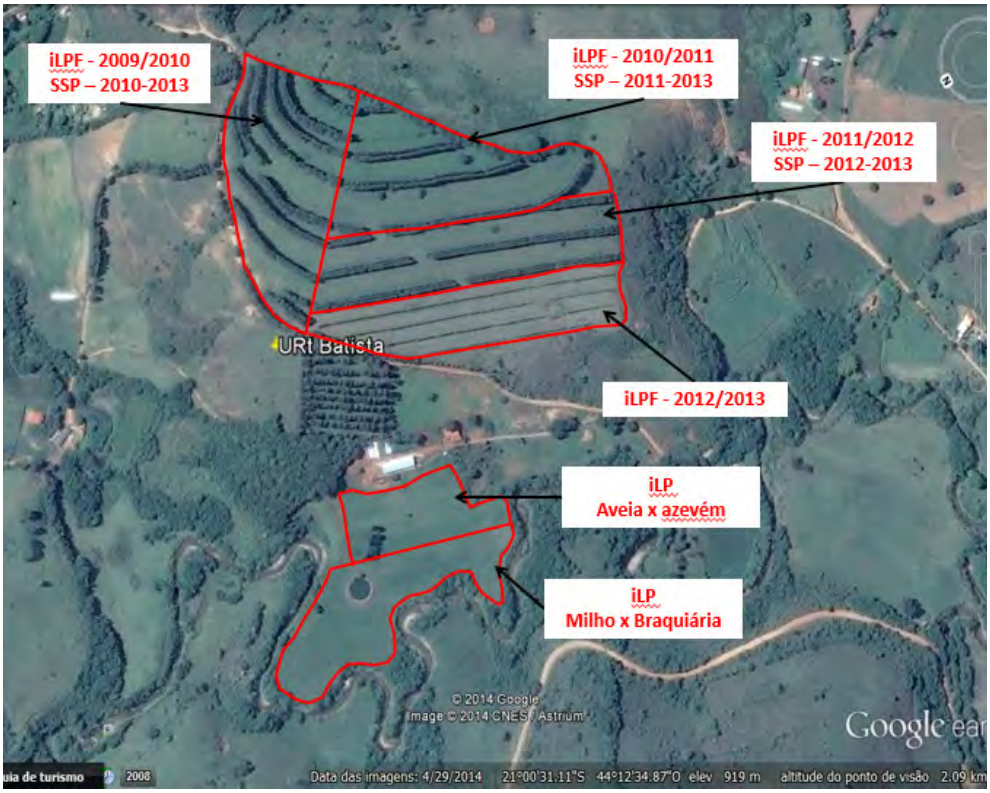


Figura 9. Divisão em glebas da Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG e indicação do modelo a ser utilizado para cada situação, de acordo com o seu potencial.

Fonte: Google Earth.

A primeira intervenção foi realizada em uma área de quatro hectares de pastagem degradada. Foram utilizados os seguintes componentes: milho para silagem, *Brachiaria brizhanta* cv. Marandu e um clone de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus urograndis*). As árvores foram estabelecidas em espaçamento de 28 x (3x2) m, totalizando uma densidade de plantio de 323 plantas ha^{-1}.

No ano zero, as despesas totais foram de R$2.128,27 ha^{-1} distribuídas como mostrado na Figura 10.



Figura 10. Distribuição percentual do custo de produção em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG.

Fonte: Calsavara et al. (2012).

A estratificação do custo de implantação do sistema encontra-se na Figura 10. Nesse período, a receita gerada com a venda da silagem foi de R$2.437,50 ha^{-1}. No ano um, as despesas com a manutenção do sistema foram de R$ 513,00 ha^{-1}. E a receita gerada pela pecuária foi de R$ 705,00 ha^{-1}. Assim, a soma das despesas e das receitas no primeiro e segundo ano foi de R$ 2.641,77 e de R$ 3.142,50, respectivamente. Desta forma, o lucro operacional foi de R$ 1.014,23 ha^{-1}.

A Figura 11 ilustra o sistema implantado na Chácara das Gabirobas no município de Coronel Xavier Chaves/MG.



Figura 11. Animais em sistema de integração eucalipto x braquiária na Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG.

Fonte: Embrapa Gado de Leite.

O estoque de madeira em pé foi projetado da mesma forma que no caso anterior (Sítio do Valão) sendo os dados apresentados na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Estimativa da produção florestal com eucalipto no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com plantio na safra 2009/2010 na Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG

Tipo de madeira	Ano da colheita		
	Ano 4	Ano 8	Ano 12
Lenha/mourões (peças)	**492**	**410**	**170**
Toretes (st/ha)	10	75	40
Madeira para serraria (st/ha)	0	45	180

É importante ressaltar que estas projeções, em função de produtos, são apenas indicativas. O mercado oferece outras alternativas que também podem ser exploradas pelo produtor. No caso da Chácara das Gabirobas, por exemplo, há uma área de plantio de eucalipto que foi desbastada e formado um sistema silvipastoril. O desbaste consistiu na retirada de três linhas a cada cinco, de forma que o espaçamento final ficou em 10 x 1,5 metros. Após isto, foi implantada pastagem de braquiária entre as linhas remanescentes de eucalipto (Figura 12). Nesta área, após o sexto ano, foi realizado um desbaste para retirada de madeira para uso na construção de um curral (Figura 13).

Em outro caso, em uma propriedade vizinha que também adota o sistema, foi realizado em 2015, um desbaste de 30 árvores em um sistema silvipastoril, com idade de 5 anos, para produção de mourões rachados. Foram produzidos 520 mourões a um custo total de produção de R$ 3,80/mourão já tratado. Considerando-se um preço médio de mercado de R$ 10,00/mourão, a receita teórica seria de R$ 6,20/mourão. Esta receita naturalmente não foi efetivada, uma vez que os mesmos foram usados na própria fazenda. Vale salientar que a parte de baixo da planta, possibilitou a obtenção de quatro a cinco mourões rachados por torete de 1,90 m.



Figura 12. Sistema silvipastoril formado após desbaste de plantio puro de eucalipto na Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG.

Fonte: Embrapa Gado de Leite.



Figura 13. Curral construído com madeira proveniente do sistema silvipastoril na Chácara das Gabirobas em Coronel Xavier Chaves/MG.

Fonte: Embrapa Gado de Leite.

As Figuras 14 e 15 mostram o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, desde a sua implantação até os dias atuais, na Chácara das Gabirobas, no município de Coronel Xavier Chaves/MG.

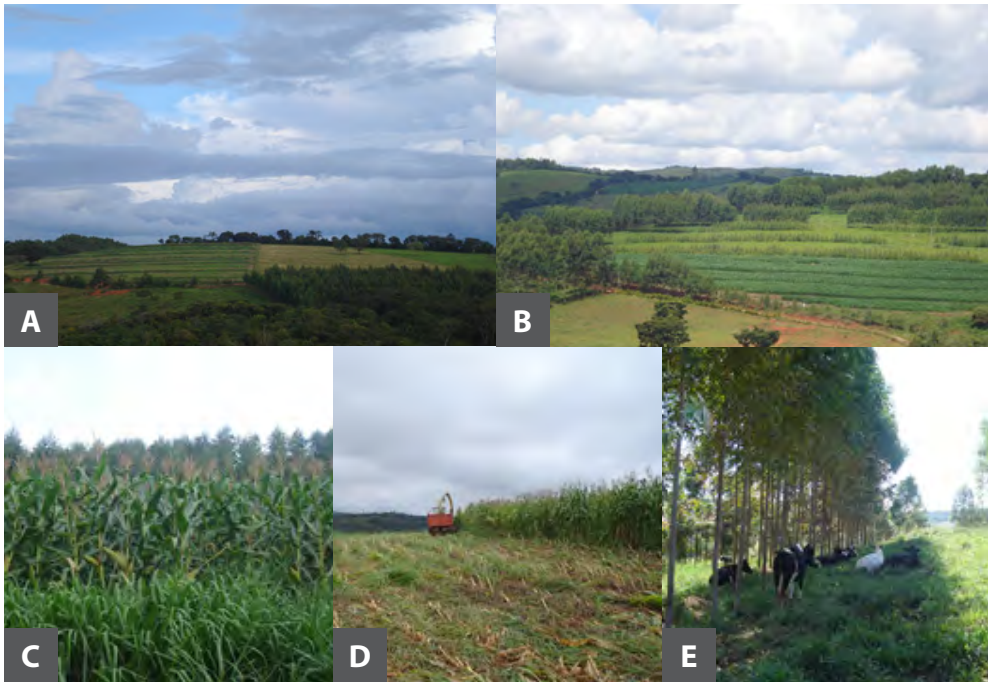


Figura 14. Antes da implantação do sistema ILPF (A); Trinta e oito meses após implantação (B); milho cultivado concomitantemente com o eucalipto e braquiária (C); pós colheita da silagem, pastagem de braquiária recuperação com o milho (D) e animais em sistema integração-lavoura-pecuária-floresta (E), na Chácara das Gabirobas no município de Coronel Xavier Chaves, Campo das Vertentes de Minas Gerais.

Fonte: Embrapa Gado de Leite.

Vale salientar que nos seis anos de trabalho em parceria com a Emater/MG e o proprietário da Chácara das Gabirobas foi possível obter um incremento de produtividade diária de leite de 100 para 800 litros.



Figura 15. Aspecto da Chácara das Gabirobas antes (A) e após (B) a implantação da estratégia ILPF.
Fonte: Google Earth.

Considerações finais

A implantação das Unidades de Referências Tecnológicas (URT's) relacionadas ao sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) nas Regiões da Zona da Mata e do Campo das Vertentes de Minas Gerais, tem se mostrado uma tecnologia sustentável gerando diversos benefícios entre os quais se pode mencionar os seguintes aspectos:

Ambiental: o plantio direto sem revolvimento do solo desde que com cobertura vegetal suficiente, para formação de uma boa palhada, tem reduzido consideravelmente a perda do solo e água, promovendo melhorias em sua fertilidade natural e reduzindo problemas relacionados ao assoreamento de mananciais.

Social e econômico: dentro do campo social, percebe-se a recuperação da autoestima das famílias produtoras de leite devido aos resultados econômicos alcançados. A possibilidade de diversificação e aumento da renda, bem como a independência na produção de alimentos e produtos florestais para uso na própria fazenda compõem os benefícios do campo econômico.

Político: com o desenvolvimento e aumento da área plantada com sistemas ILPF, bem como com os resultados positivos gerados, motivou-se o poder público, especialmente no município de Coronel Xavier Chaves, a promover investimentos no setor agrícola, com a aquisição de máquinas para plantio direto, que viabilizarão a implantação de mais áreas com sistemas integrados de produção animal e vegetal. Destaca-se ainda o crescente interesse dos proprietários rurais destas regiões e do Estado de Minas Gerais na contratação de projetos relacionados ao Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC) e do Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF),

especialmente relacionados com os subprogramas de recuperação de pastagens degradadas, plantio direto, integração lavoura-pecuária-floresta e plantios florestais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Senhores Carlos Machado, Sérgio Machado e Vicente de Paula Machado, proprietários do Sítio do Valão, e ao Senhor Vanderlei dos Reis Souza proprietário da Chácara das Gabirobas, por possibilitarem a implantação de Unidades de Referências Tecnológicas em suas propriedades, promovendo a divulgação e a transferência de tecnologias com grande potencial de agregação de valor e renda para o setor agropecuário na região.

Referências

BRESSAN, M; VERNEQUE, R. S.; MOREIRA, P.; JONES, A. S. Tecnologias utilizadas pelos produtores de leite de Goiás e suas relações com questões de sustentabilidade e competitividade do segmento de produção. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Goiânia. **Anais**... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Goiânia: Serrana, 1999. p. 21-44.

CALSAVARA, L. H. F.; MULLER, M. D.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D.; SOUZA SOBRINHO, F.; BRIGHENTI, A. M. Desempenho econômico e produtivo da lavoura de milho em sistema iLPF. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agronômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. v. 1, p. 3374-3379.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação**. Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Vitor Hugo Alvarez V.(Eds.) Viçosa, MG: 1999. 359p.



Capítulo 43

Sistemas silvipastoris em propriedades rurais no Noroeste do Estado do Paraná

Jorge Ribaski
Maria Izabel Radomski
Vanderley Porfírio-Da-Silva

Introdução

A região Noroeste do Paraná apresenta uma situação ambiental das mais degradadas no Estado, sendo esta situação uma consequência direta do intenso desmatamento praticado no passado e da forma inadequada de uso atual da terra, aliados à fragilidade atribuída ao Arenito Caiuá, formação geológica que deu origem a solos extremamente suscetíveis à erosão eólica e hídrica.

Da área total do Paraná (20 milhões de hectares), o Arenito Caiuá ocupa 16% (3,2 milhões de hectares). Com 2,3 milhões de hectares de pastagens (72%), é considerada uma importante região pecuária paranaense, abrigando aproximadamente 23% do rebanho bovino do Estado, estimado em aproximadamente 9,5 milhões de cabeças (IBGE, 2011). A expansão das áreas de pastagens nessa região foi uma consequência natural e até mesmo benéfica para o tipo de solo da região, que é considerado impróprio para o cultivo intensivo com culturas anuais, uma vez que favorece, ao longo dos anos, a queda de seu teor original de matéria orgânica.

Os indicadores tecnológicos da pecuária nessa região mostram um bom nível de manejo dos rebanhos, entretanto, a produtividade ainda está aquém de seu potencial técnico, devido a fatores adversos, como carência de alimentação nos períodos de entressafra e áreas de pastagens degradadas.

No final da década de 1980 teve início a implantação de sistemas silvipastoris (SSPs) no Noroeste do Paraná, com o objetivo de melhorar as condições ambientais e econômicas das propriedades da região. O componente arbóreo foi introduzido nos sistemas de produção locais visando a conservação do solo e da água, o aumento da capacidade suporte das pastagens e maior oferta de produtos madeiráveis para a região.

Os SSPs implantados no início, sem muito critério técnico, foram sendo adaptados às características da região e hoje, pode-se dizer, possuem uma estratégia própria de implantação e manejo e têm contribuído para dar maior sustentabilidade aos sistemas de criação tradicionais.

A integração floresta-pecuária tem sido apontada como uma eficiente alternativa de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação. Diversos resultados de pesquisa comprovam a potencialidade dos SSPs como uma importante estratégia de desenvolvimento rural sustentável. A introdução do componente florestal na propriedade rural, além garantir condições mais propícias para as pastagens e criações, possibilita também a diversificação de produtos na mesma unidade de área. O que se traduz em aumento da produção, geração de empregos e, consequentemente, melhoria de renda e qualidade de vida no meio rural.

Graças à pesquisa e a extensão rural, o reconhecimento dos benefícios gerados por sistemas silvipastoris tem aumentado na região e vários tipos de sistemas começam a ser adotados por produtores rurais. Nepomuceno e Silva (2009), avaliando sistemas de uso da terra em 43 propriedades da região Noroeste do Paraná, observaram que a prática silvipastoril já faz parte da cultura produtiva local, em particular das propriedades com pecuária de corte. As espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia*, além da grevílea (*Grevillea robusta*), são as

que representam a maior parte da ocorrência nos sistemas silvipastoris, nessa região. Os eucaliptos são usados principalmente como fonte de energia (lenha), estacas para cerca e madeira para serraria. Aqueles produtores que optam pela grevílea, geralmente têm um maior interesse pelo conforto térmico que o sistema oferece aos animais, além do uso mais nobre, ou seja, madeira para serraria. Na sequência estão relatadas algumas dessas experiências de campo e resultados de pesquisa em andamento, que buscam viabilizar e consolidar os sistemas silvipastoris como uma estratégia de desenvolvimento sustentável para a região.

Sistema silvipastoril: eucalipto, braquiária e bovinos de corte.

O sistema de integração foi implantado em 1990, no município de Paranavaí, PR, em uma área de 70 hectares, envolvendo inicialmente a associação de eucalipto (*Corymbia citriodora*) com mandioca (*Manihot sculenta*) para produção de farinha e fécula. Após a colheita da mandioca aos 10 meses, a pastagem de braquiária (*Urochloa brizantha*) foi implantada entre os renques arbóreos. As árvores foram plantadas em fileiras simples, acompanhando os terraços feitos em curvas de nível para contenção de erosão. O espaçamento inicial entre as fileiras (renques) foi em média de 30 metros e 1,5 metros entre plantas, correspondendo a uma densidade de 222 árvores por hectare.



Foto: Foto: Maria Izabel Radomski

Figura 1. Vista parcial do sistema silvipastoril com eucalipto (*Corymbia citriodora*), braquiária (*Urochloa brizantha*) e bovinos da raça nelore, implantado no município de Paranavaí-PR.

Como na época do plantio não havia disponibilidade de mudas clonais nem dos materiais genéticos superiores de hoje, as mudas foram produzidas em sacos plásticos e com material genético proveniente de sementes. Esses fatores, aliados às técnicas silviculturais convencionais da época, contribuíram para a geração de um stand arbóreo heterogêneo em crescimento e desenvolvimento.

Uma das primeiras pesquisas realizadas na área ocorreu aos 11 anos de implantação do sistema, quando as árvores tinham 26 metros de altura e 32 centímetros de diâmetro (DAP). Os resultados mostraram que a presença do componente arbóreo influenciou a disponibilidade de matéria seca e a qualidade da forragem produzida (Tabela 1). Nos locais mais próximos das árvores a produção de biomassa forrageira foi reduzida, porém apresentou melhor qualidade em termos nutricionais, em função do aumento dos teores de nitrogênio na matéria seca (Ribaski et al., 2003).

Tabela 1. Produção de matéria seca da pastagem no sistema silvipastoril, umidade do solo, concentração e conteúdo de nitrogênio na forragem.

Tratamentos	Matéria Seca (t ha^{-1})	Umidade do solo (%)	Nitrogênio (g ha^{-1})	Nitrogênio (kg ha^{-1})
T1- próximo às árvores (3m)	2,5 a	12,7 a	11,4 c	27,3 a
T2 - entre as fileiras (15m)	3,1 b	15,8 b	8,4 b	25,5 a
T3 - pastagem sem árvores	3,7 c	16,1b	6,7a	25,1 a

* Letras diferentes, dentro da mesma coluna, para cada uma das variáveis analisadas, indicam haver diferença estatística significativa entre as médias, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Dessa forma, os autores concluíram que o sistema silvipastoril composto pela braquiária (Urochloa brizantha) e pelo eucalipto (Corymbia citriodora) mostrou-se potencialmente viável para a região, em função de não apresentar diferença na quantidade de nitrogênio (proteína bruta) disponível para os animais, em relação à testemunha, e pelo adicional de madeira produzido na área (204 m3ha-1).

Nessa mesma área, em 2009, foi avaliado o rendimento de produtos madeiráveis resultantes do desdobro da madeira do eucalipto, e dos respectivos resíduos com fins energéticos (lenha). Em função da heterogeneidade de crescimento do componente arbóreo, foi efetuada uma pré-classificação das árvores (Figura 2), tendo-se adotado uma pontuação de 5 (melhor árvore) a 1 (pior árvore), conforme os seguintes critérios (Radomski; Ribaski, 2011):

5- fuste retilíneo e bem desenvolvido;

4-fuste com pequena tortuosidade;

3 - fuste tortuoso, bifurcação e ramificação leve;

2 - fuste principal não claramente evidenciado, bifurcação e forte ramificação;

1 - fuste subdesenvolvido e forte ramificação.



Foto: Jorge Ribaski

Figura 2. Classificação das árvores de eucalipto (*Corymbia citriodora*), de acordo com critérios de forma e qualidade dos fustes, em sistema silvipastoril implantado no município de Paranavaí-PR.

Ao todo foram avaliadas 112 árvores; destas, apenas quatro obtiveram a menor classificação (classe 1), estando a maior parte concentrada nas classes 3 e 4, com 35 e 33 árvores respectivamente. No cálculo dos rendimentos em volume de madeira em metros cúbicos, foi considerada a participação de cada classe em uma área de um hectare (Tabela 2). Para o cálculo dos valores a serem obtidos com a comercialização foi considerado o rendimento de cada classe de árvore em metros cúbicos e foi utilizada como referência para cada tora em pé o valor de R$ 94,00 o metro cúbico (Paraná, 2014).

Tabela 2. Estimativa de produção por hectare, em cada classe de árvore, e respectivos valores da árvore de eucalipto em pé, em sistema silvipastoril com 19 anos de idade.

Classe	Volume $M^3\ ha^{-1}$	Total R$ ha^{-1}	R$ ha^{-1} Ano*
1	155	14.415,00	759,00
2	170	15.810,00	832,00
3	220	20.460,00	1.077,00
4	290	26.970,00	1.419,00
5	370	34.410,00	1.811,00

* Tora em pé no produtor = R$ 94,00/m^3 (valor médio para toras de 18 a >35 cm de DAP – Paraná, 2014).

O objetivo desta comparação foi mostrar a importância da seleção de boas mudas (padrão genético), do uso de técnicas silviculturais adequadas e da condução e manejo das árvores para que o stand se desenvolva da forma mais uniforme possível, proporcionando maiores rendimentos ao produtor.

Posteriormente, avaliando a possibilidade de agregar maior valor à madeira produzida na propriedade, uma árvore de cada classe foi abatida e, após a derrubada, as árvores foram desdobradas em tábuas, com diferentes dimensões, utilizando uma serraria móvel. As costaneiras resultantes do desdobro e os galhos maiores que 5 cm de diâmetro foram computados como lenha. Os ramos menores que 5 cm de diâmetro e folhas foram considerados como resíduos.

No cálculo dos rendimentos em madeira para serraria e lenha, foi considerada a participação de cada classe em um hectare (Figura 3). Nessa figura se pode observar que a proporção de lenha foi sempre superior à de madeira, particularmente para a árvore inferior, de classe 1, onde 77% do volume produzido foi para lenha. Já no outro extremo, embora ainda que com menos de 50%, a classe 5 foi a que proporcionou maior percentual de madeira para serraria (43%) em relação a lenha (57%). As classes intermediárias (2, 3 e 4) produziram em média 37% de madeira para serraria e 63% de lenha.

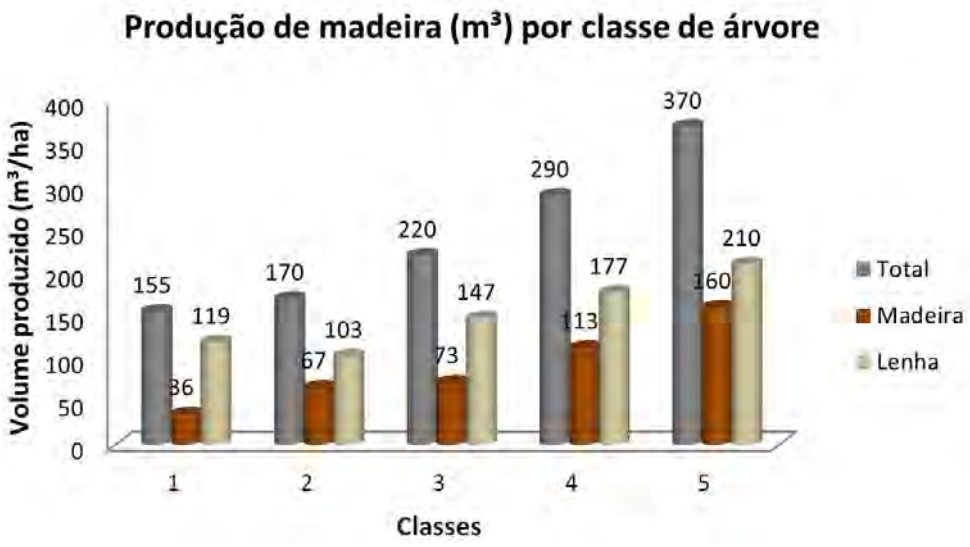


Figura 3. Produção de madeira e lenha (m^3ha^{-1}) em diferentes classes de árvores, de acordo com forma e qualidade dos fustes e do volume total obtido.

Assim, considerando-se um volume total de madeira de 370 m^3 por hectare (classe 5) o valor máximo conseguido pelo produtor com a venda da madeira em pé seria de R$ 1.810,00 por hectare por ano (Tabela 2). Entretanto, se o produtor utilizasse uma serraria na propriedade (fixa ou móvel), o valor recebido para a madeira serrada (160 m^3) seria equivalente a R$ 4.345,00 ha^{-1}ano, considerando-se o preço médio estadual da madeira serrada e comercializada nas serrarias (R$ 516,00 m^3), de acordo com SEAB (Paraná, 2014). Isso corresponderia a um incremento na renda da ordem de 140%, sem considerar ainda o que poderia ser obtido com a venda da lenha e resíduos de serraria.

O uso de serrarias na propriedade permite ao produtor agregar maior valor à madeira, sendo um fator de estímulo para a introdução do componente arbóreo nos sistemas

tradicionais de criação animal e um meio de diversificação da renda principalmente em pequenas e médias propriedades rurais.

Sistema silvipastoril: grevílea, braquiária e gado leiteiro.

O sistema silvipastoril foi implantado em 1989, no município de Tapejara, PR, envolvendo a associação de grevílea (*Grevillea robusta*) com braquiária (*Urochloa brizantha*). Essa área vem sendo usada para criação de gado de leite (Mestiças Holandesas).As árvores foram plantadas em fileiras simples, acompanhando os terraços feitos em curva de nível para contenção da erosão. O espaçamento entre renques é em média de 30 m e 3,5 m entre plantas, correspondendo a 95 árvores por hectare. A taxa de lotação do gado na área gira em torno de 8 $UAha^{-1}$, em média (Figura 4).



Foto: Jorge Ribaski

Figura 4. Vista parcial do sistema silvipastoril com grevílea (Grevillea robusta), braquiária (Urochloa brizantha) e gado de leite, implantado no município de Tapejara-PR

Para os produtores rurais, as funções socioeconômicas das árvores são mais perceptíveis que as ecológicas. Entretanto, além da diversificação da produção na propriedade gerando produtos e lucros adicionais, os sistemas silvipastoris contribuem para a diminuição dos impactos ambientais negativos sobre as pastagens, o que permite reduzir, por exemplo, a dependência externa de insumos, intensificando o uso do recurso solo e seu potencial produtivo em longo prazo.

Com relação a esses aspectos, Radomski e Ribaski (2012) evidenciaram que a produção de serapilheira variou em função das distâncias em relação aos renques das árvores, com maiores aportes nos pontos mais próximos das linhas de árvores, atribuídos ao maior acúmulo, nestes locais, de ramos e galhos das árvores (Figura 5).

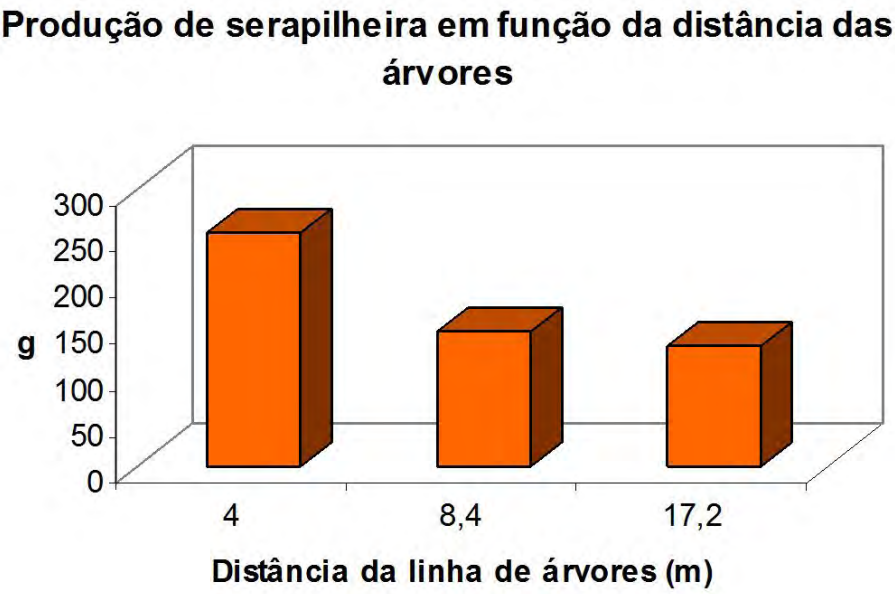


Figura 5. Produção de serapilheira (matéria seca) em diferentes distâncias em relação ao renque de árvores em um sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*, no município de Tapejara-PR.

Na área mais distante das árvores, além da menor contribuição de deposição de fragmentos de material proveniente das árvores, também há uma menor influência da sombra das árvores, com maior exposição do solo às altas temperaturas e consequente aumento da decomposição do material orgânico.

Os mesmos autores também avaliaram o efeito da grevílea (*G. robusta*) sobre a fertilidade do solo e a produtividade da pastagem de *U. brizantha*, nesse sistema silvipastoril com gado leiteiro. Os autores constataram que a serapilheira formada pelas árvores de grevílea torna-se uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes para o solo, além de favorecer a produção de matéria seca e melhoria dos teores de N e K da pastagem, particularmente no verão.

No que diz respeito a outros benefícios ambientais, estudos conduzidos na pastagem de braquiária associada com grevílea, demonstraram que a temperatura do ar no verão atingiu até 8ºC de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas. Durante o inverno constatou-se mais de 2ºC na temperatura do ar na posição sob as copas de renques arbóreos, prevenindo assim a formação de geadas (Porfírio-da-Silva, 1998). Segundo este mesmo autor, no inverno de 1994, aproximadamente 90% das pastagens sem a proteção das árvores foram danificadas por geadas, contra apenas 10% dentro dos sistemas silvipastoris. Os pecuaristas, usuários desses sistemas, testemunham que a pastagem no sistema silvipastoril sofre menos com as intempéries, permanecendo verde durante o inverno mesmo quando existem geadas (Figura 6).



Foto: Vanderley Porfírio da Silva

Figura 6. Aspecto da pastagem no inverno em duas situações: sem a proteção das árvores e em um sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*, na região do Arenito Caiuá, no Noroeste do estado do Paraná.

Considerações finais

Esses e outros resultados de pesquisa, nessa mesma região, têm levado à crescente adoção dos sistemas silvipastoris, particularmente com essas duas espécies florestais (eucalipto e grevílea). O principal fator de adoção, particularmente para a grevílea, de acordo com os pecuaristas locais, está mais ligado aos efeitos benéficos das árvores sobre as pastagens e os animais, do que propriamente o retorno econômico que as árvores podem render. Já o aumento do número de serrarias e o valor da madeira na região, aliados à localização estratégica dos polos moveleiros de Umuarama e Arapongas, que favorece e coloca a região dentro do raio de ação destes dois grandes polos, torna a produção florestal uma atividade atraente, segura e rentável. O somatório desses fatores positivos tem motivado os pecuaristas a se interessarem pela conversão de áreas de pastagens tradicionais em sistemas silvipastoris.

Referências

IBGE. **Produção da pecuária municipal 2010**: Brasil. Rio de Janeiro, 2011. v. 38, 65 p.

NEPOMUCENO, A. N.; SILVA, I. C. Caracterização de sistemas silvipastoris da Região Noroeste do Estado do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 279-287, 2009.

PARANÁ. Secretaria de Abastecimento e Agricultura. Levantamento trimestral de preços florestais. **Preços florestais**, abr. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=129>. Acesso em: 13 mar. 2015.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. ex. R.Br. no noroeste do Estado do Paraná**. 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Produção da grevílea e eucalipto em sistema silvipastoril na região do Arenito Caiuá, noroeste do Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 231).

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com Grevillea robusta. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 53-61, 2012.

RIBASKI, J.; RAKOCEVIC, M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Avaliação de um sistema silvipastoril com eucalipto (*Corymbia citriodora*) e braquiária (*Brachiaria brizantha*) no noroeste do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Benefícios, Produtos e Serviços da Floresta**: Oportunidades e Desafios do Século XXI. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD-ROM.


Alvadi Antônio Balbino Junior

Capítulo 44

Integração Lavoura-Pecuária em solo arenoso e clima quente: um caso da região Noroeste do Paraná

Julio Cezar Franchini
Antonio Cesar Pacheco Formighieri
Alvadi Antonio Balbinot Junior
Henrique Debiasi
Leandro Cezar Teixeira

Introdução

Na última década, muitas áreas antes ocupadas com pastagens perenes, especialmente com espécies de braquiária (*Urochloa* spp.), foram convertidas em cultivos de soja. A maioria dessas áreas apresenta baixos teores de argila (inferiores a 20%) e altos teores de areia. Com isso, há baixa capacidade de retenção de água, carbono orgânico e nutrientes, assim como há alta suscetibilidade à erosão. Aliado a isso, em geral, as áreas arenosas onde ocorre a expansão da soja se encontram em regiões quentes, com alta evapotranspiração. Portanto, dois fatores negativos ao cultivo de espécies graníferas convergem nessa circunstância: o solo retém pouca água e o seu consumo é alto. Em relação ao carbono orgânico, é a mesma situação, pois há necessidade de se acumular matéria orgânica no solo para melhorar a estrutura do solo, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a retenção de água. Porém, o ambiente é quente, o que acelera a mineralização do material orgânico. Isso impõe um grande desafio ao manejo do sistema de produção nessas áreas para permitir o cultivo de espécies graníferas com rentabilidade satisfatória. Esse contexto é observado na região Noroeste do Paraná, também conhecida como Arenito Caiuá.

A inserção de culturas graníferas em áreas de pastagens perenes representa uma alternativa para compor sistemas integrados, refletindo-se em vários benefícios agronômicos e ambientais, principalmente pela sinergia do cultivo de espécies gramíneas (pastagens) com espécies leguminosas, no caso, a soja. Portanto, a inserção da soja de forma integrada com pastagens em regiões com solos arenosos pode ser uma grande oportunidade para otimizar o uso dessas áreas. Para demonstrar esses benefícios, aqui estão apresentadas e discutidas algumas informações sobre a implantação e condução do sistema ILP em uma propriedade do Noroeste do Paraná.

Caracterização regional e da propriedade

A região Noroeste do Paraná abrange 107 municípios, perfazendo 16% da área total do Estado (3,2 milhões de hectares). Os solos dessa região, originários do arenito Caiuá, apresentam textura média a arenosa, são extremamente friáveis e, consequentemente, com alta suscetibilidade à erosão. Os teores de areia atingem 85 a 90% e possuem níveis críticos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e, não raro, baixos teores de matéria orgânica.

O clima da região é subtropical, do tipo Cfa, segundo o sistema de classificação de Köppen. É importante mencionar que as menores precipitações pluviais na região ocorrem nos meses de junho, julho e agosto, o que pode reduzir ou comprometer a produção vegetal nesse período. A cadeia produtiva agropecuária mais importante no Noroeste do Paraná é a pecuária de corte, com cerca de 1,9 milhão de cabeças. Em geral, não são realizadas adubações de correção e manutenção necessárias para que haja produção, qualidade e persistência forrageira adequadas. Em decorrência do baixo crescimento da pastagem, há disponibilização de nicho ecológico para estabelecimento e crescimento de plantas daninhas, pois, nessa situação, a pastagem não ocupa plenamente o espaço, disponibilizando luz, água e nutrientes às plantas invasoras. Algumas espécies daninhas presentes em pastagens nessa região são: grama-mato-grosso (*Paspalum notatum*

Flügge), capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.), agriãozinho (*Synedrellopsis grisebacchii* Hieron.), capim-amargoso (*Digitaria insularis* L. Fedde), guanxuma (*Sida* spp.) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.). Dessa forma, a produtividade animal nessa região é em geral muito baixa. Constatou-se que a lotação de bovinos em 45 municípios da região Noroeste do PR é abaixo de 1,20 UA ha^{-1}, enquanto que em outros 62 municípios do Estado a média de lotação é de 1,73 UA ha^{-1} (Sá; Caviglione, 1999). Na última década, essa situação não evoluiu em propriedades que mantiveram a pecuária dissociada da agricultura. Em termos de produtividade animal, são comuns as fazendas de pecuária de corte que não conseguem obter mais do que 150 kg de ganho de peso vivo por hectare por ano, praticamente inviabilizando a atividade.

Neste capítulo será analisado o caso da Fazenda Santa Felicidade, cujo proprietário é o Médico Veterinário, especialista em ILP, Antonio Cesar Pacheco Formighieri. A fazenda está localizada em Maria Helena, PR, e apresenta 151 ha ocupados com a cultura da soja no verão e pastagem anual de inverno, 161 ha com pastagem perene e 13 ha com eucalipto. O relevo é ondulado, com declividade média de 5 a 10%. O solo da fazenda é muito arenoso, com apenas 12% de argila.

Algumas percepções identificadas nos 15 anos de condução da ILP

Até o ano de 2001 a atividade principal da propriedade era a criação de bovinos para produção de carne e leite. As pastagens estavam degradadas, com baixa produção de forragem e alta infestação de plantas daninhas, e a única forma de viabilizar a recuperação da área foi a introdução da soja, a qual ocorreu via preparo convencional do solo para incorporar o calcário e corrigir as irregularidades no microrelevo do terreno. Nessa fase de implantação, com revolvimento do solo, foram identificados três problemas graves:

1) Alta erosão hídrica, pois o solo exposto, desestruturado pela mobilização, ficou suscetível ao processo erosivo, reduzindo a sua capacidade produtiva;
2) Alta incidência de plantas daninhas na cultura da soja, as quais eram difíceis de serem controladas por meio dos herbicidas registrados para a soja convencional, já que, na época, o cultivo de soja tolerante ao glifosato - Roundup Ready (RR) não era regulamentado no Brasil;
3) Problemas na formação do estande da soja, pois o solo revolvido apresentava baixa capacidade de retenção de água e alta temperatura.

Nesse contexto, de 2001 a 2005, ocorreram muitos entraves à viabilização econômica do cultivo de soja na fazenda. Porém, especialmente a partir de 2005, novas tecnologias foram incorporadas ao sistema de produção, facilitando o manejo, reduzindo custos e proporcionando aumento de produtividade. Na última década, os principais fatores que alavancaram a ILP na fazenda Santa Felicidade estão esquematizados na Figura 1, sendo estes:

1) Uso de cultivares de soja RR. Essa tecnologia mudou radicalmente a ILP na Fazenda, pois facilitou o manejo de plantas espontâneas de braquiária que emergiam

durante o ciclo de desenvolvimento da soja, o que era muito oneroso e difícil de ser realizado com os herbicidas graminicidas usados em soja convencional. Além disso, a soja RR facilitou o controle de espécies dicotiledôneas, cujo banco de sementes era elevado.

2) Aprimoramento da condução do Sistema Plantio Direto (SPD). Em função da fragilidade dos solos da região, o uso do SPD é condição indispensável para a sustentabilidade da ILP. Atualmente, todas as culturas e pastagens são implantadas em SPD. Como os solos da região apresentam teores muito baixos de alumínio, a própria conversão de pastagens degradadas para lavouras pode ser realizada via SPD, com aplicação superficial de corretivos e ajuste das irregularidades do terreno somente nos pontos necessários. Além disso, com o uso do SPD, há redução da temperatura do solo durante o dia e das perdas de água por evaporação, além de condições mais adequadas para a sobrevivência de organismos vivos no solo e manutenção dos estoques de carbono orgânico no meio edáfico.

3) Uso de cultivares de soja com tipo de crescimento indeterminado com ciclo de desenvolvimento de aproximadamente 120 a 130 dias, adaptadas às condições edafoclimáticas da região. O aumento do período de florescimento, observado em cultivares com tipo de crescimento indeterminado, reduz os riscos de eventual estresse, sobretudo por déficit hídrico e/ou calor excessivo, em provocar abortamento de flores e abscisão excessiva de vagens. Nesses 14 anos de experiência, as cultivares com ciclo muito longo – acima de 140 dias – não têm demonstrado vantagens significativas, sobretudo em função de problemas fitossanitários no final do ciclo – notadamente percevejos, lagartas e ferrugem asiática. Por outro lado, as cultivares com ciclo muito curto – inferior a 120 dias – são mais suscetíveis a eventuais estresses, pois a duração de cada etapa do ciclo fenológico é reduzida.

4) Utilização da *Urochloa ruziziensis* entre duas safras de soja para produção de forragem de alta qualidade nos meses de maior escassez de alimento – maio a setembro. Além disso, a *U. ruziziensis* funciona como planta de cobertura do solo, proporcionando palha e crescimento de raízes, fundamentais para o incremento da qualidade e conservação do solo e da água. Observou-se aumento significativo (10 a 15%) na produtividade da soja cultivada em sucessão à pastagem de *U. ruziziensis*, comparativamente à sucessão de pousio ou milho safrinha.

5) Atuação da COCAMAR, principal cooperativa da região, como agente de difusão de tecnologias e viabilização dos fatores de produção a montante da propriedade (insumos) e a jusante (recebimento de grãos para posterior comercialização).

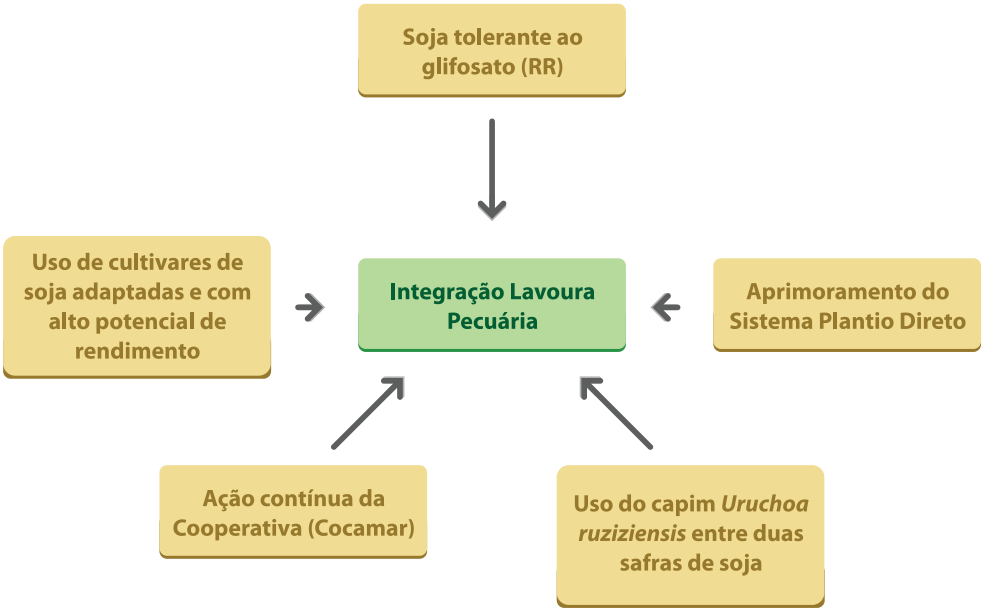


Figura 1. Principais fatores que impulsionaram a Integração Lavoura-Pecuária na última década - Fazenda Santa Felicidade, Maria Helena, Noroeste do Paraná.

Alguns resultados da propriedade

Nos últimos 10 anos, a média de produtividade de soja na Fazenda Santa Felicidade foi de 2.530 kg ha^{-1}. Nesse período, a pior safra foi a de 2005/06 (1.726 kg ha^{-1}) e a melhor 2010/11 (3.532 kg ha^{-1}). O principal fator determinante da produtividade é a ocorrência de déficit hídrico associado com altas temperaturas nas fases de florescimento e enchimento dos grãos. A análise da produtividade nos últimos 10 anos revela que, nas piores safras, a cultura da soja praticamente não remunerou o produtor, mas, na média, a cultura gerou rentabilidade satisfatória, apesar das produtividades médias serem abaixo da média do Estado nos últimos dez anos, que é de cerca de 3.000 kg ha^{-1}. Adicionalmente, a produtividade obtida em 2010/11 indica que, se as tecnologias para o cultivo da soja forem adotadas e não ocorrerem déficits hídricos expressivos, a produtividade pode ser superior a 3.500 kg ha^{-1}.

É importante mencionar a melhoria das condições químicas do solo geradas pelo cultivo da soja, permitindo alta produção forrageira em sucessão à cultura. Nesse contexto, há sinergia entre o cultivo de pastagens e de soja. A pastagem melhora a estrutura do solo, aumenta os estoques de carbono orgânico e reduz a sobrevivência de doenças necrotróficas e algumas pragas da cultura. Paralelamente a isso, a soja proporciona melhoria nos atributos químicos do solo, favorecendo a pastagem cultivada em sucessão.

Foram mensuradas produtividades de até 6 t ha^{-1} de matéria seca de *U.ruziziensis* entre os meses de maio e setembro, expressando o grande potencial de produção de forragem nos meses em que, tradicionalmente, há baixa disponibilidade de forragem na região. Nesse período, foram produzidos 100 litros de leite ha^{-1} dia^{-1} (5 vacas com produção média de

20 litros), utilizando-se ração para complementar a dieta. Para o gado de corte, obteve-se 0,65 kg dia^{-1} de ganho de peso para cada animal, utilizando-se lotação média de 4 UA ha^{-1}, o que confere ganho de aproximadamente 2,6 arrobas ha $mês^{-1}$, sem complementação de ração ou silagem. Mesmo após a utilização da *U.ruziziensis* como forragem de entressafra, a mesma conferiu adequado aporte de palha para o cultivo de soja em plantio direto na sucessão (Figura 2).

Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior



Figura 2. Pastagem de *Urochloa ruziziensis* após cultivo de soja (em primeiro plano) e pastagem tradicional da propriedade vizinha (em segundo plano).

Através de análises químicas de solo anuais nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, constataram-se aumentos nos teores de nutrientes e no estoque de carbono orgânico do solo nas duas camadas amostradas. Isso é particularmente importante, uma vez que o sistema preconiza a formação de perfil de solo com alta fertilidade, a fim de promover elevado crescimento de raízes em profundidade para tolerar eventuais veranicos.

Resultados de pesquisa obtidos nas condições do Estado do Paraná indicam que, em geral, existe uma conservação de aproximadamente 5 a 10% do carbono adicionado ao solo na forma de palhada. Considerando-se que a pastagem bem conduzida pode aportar em torno de 10 toneladas de palha ha^{-1} entre os meses de maio e setembro (considerando raízes e parte aérea), com um teor médio de 40% de carbono, haveria um aporte médio de pelo menos 400 kg ha^{-1} de carbono, na forma de matéria orgânica do solo. No caso da região Noroeste do PR, devido às altas temperaturas, o mais importante é a formação de um pool de matéria orgânica transitório, com os benefícios a ele associados, como conservação de nutrientes e conservação de água pela redução de temperatura na superfície.

Com relação à temperatura, medidas diretas feitas na propriedade indicaram valores médios de 35º C no solo sob palhada de braquiária e de 65º C em solo exposto, sem proteção. Esse efeito tem grande importância para reduzir a morte de plântulas por escaldadura, bastante comum na fase de estabelecimento da lavoura de soja.

Outro resultado pouco considerado, mas que apresenta alta relevância, é a valorização da propriedade rural. A ILP possibilitou a mudança de patamar produtivo da Fazenda, saindo de uma condição de alto nível de degradação para alto nível de produção e conservação dos recursos naturais (Figura 3).



Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior

Figura 3. Pastagem de *Panicum maximum* cv. Aruana após soja (em primeiro plano) e pastagens tradicionais das propriedades vizinhas (em segundo plano).

Principais desafios da ILP no Noroeste do Paraná

Com base nas experiências acumuladas durante 15 anos de condução do sistema ILP no Noroeste do Paraná, consideram-se como desafios relevantes:

1) Mudança de mentalidade e capacitação de pecuaristas da região para implantação e condução de culturas graníferas, sobretudo soja, integradas ao cultivo de pastagem, visando alta produtividade e rentabilidade do sistema de produção.

2) Identificar e fomentar parcerias entre pecuaristas e agricultores, no sentido de viabilizar as vantagens da ILP.

3) Consolidar o modelo de ILP que vem demonstrando resultados positivos ao sistema, baseado no cultivo de 50% da área cultivada da propriedade com pastagem perene e os outros 50% com soja no verão e pastagem anual entre as duas safras de soja. A cada dois anos há troca das áreas, ou seja, a cultura da soja é alocada na área de pastagem perene e esta é alocada em área cultivada por dois anos com soja. Nesse caso, 50% da área cultivada é utilizada com pastagem na estação chuvosa e 100% da área cultivada é destinada às pastagens na estação seca, o que proporciona certo equilíbrio na disponibilidade de forragem aos animais ao longo do ano.

4) Ajuste nas tecnologias de cultivo da soja, objetivando aumento da estabilidade de produção em safras com déficit hídrico, associado a altas temperaturas. A disponibilização de cultivares transgênicas ou não, com maior tolerância a esses estresses abióticos, associada ao aprimoramento do SPD, com formação de perfil de solo com alta fertilidade e alta produção de palha, certamente serão fatores determinantes para a expansão da ILP no Noroeste do Paraná.

5) Aprimoramento contínuo de tecnologias de manejo de pastagens e dos animais para aumentar a produção forrageira, o nível de utilização da forragem e a conversão da pastagem em carne e/ou leite.

6) Desenvolvimento de ferramentas para gestão de propriedades rurais que utilizam ILP, identificando gargalos no sistema de produção que limitam a rentabilidade da propriedade.

7) Quantificação e divulgação dos benefícios ambientais da ILP.

Considerações finais

A região Noroeste do Paraná é caracterizada por solos arenosos, clima quente e pastagens em algum nível de degradação. A Integração Lavoura-Pecuária, considerando especialmente a produção de carne, leite e soja é uma das estratégias mais indicadas para mudar essa condição, possibilitando aumento na produção de riquezas associadas à melhoria de indicadores ambientais. No entanto, é necessário fazer uma análise técnica criteriosa sobre as particularidades de cada propriedade antes de iniciar o sistema, considerando: tamanho da área; conformidade à legislação ambiental; condição de vegetação, topografia, solo e clima; estrutura disponível; disponibilidade de mão-de-obra; domínio tecnológico por parte do produtor e disponibilidade de assistência técnica capacitada para implantação e condução do sistema.

Referência

SÁ, J. P. G.; CAVIGLIONE, J. H. **Arenito Caiuá**: capacidade de lotação das pastagens. Londrina: IAPAR, 1999. 15 p. (IAPAR. Informe da pesquisa, 132).



Davi J. Bungenstab

Capítulo 45

Integração lavoura-pecuária em solos hidromórficos no bioma Pampa

Jamir Luís Silva da Silva
Claudio Ramalho Townsend (in memoriam)

Introdução

No Rio Grande do Sul (RS), o bioma Pampa apresenta uma área de aproximadamente 176.496 km^2, o que equivale a 2,07% da área agropecuária brasileira e 63% do território e 16% do PIB do Estado. A lavoura de arroz (*Oryza sativa*) representa importante setor do agronegócio rio-grandense. Conforme dados do Instituto Rio-Grandense do Arroz, a orizicultura envolve 18,5 mil produtores, gera mais de 230 mil empregos e valor bruto estimado em R$ 5,0 bilhões, além da arrecadação anual em ICMS de R$ 500 milhões (cerca de 3% do PIB estadual). Anualmente, em torno de 1,1 milhão de ha são usados pela lavoura arrozeira, com aproximadamente 20 a 25% desta área sendo utilizada em sistema integrado de produção agropecuária, durante o pousio da cultura do arroz.

Sendo cultivado, principalmente, em áreas da metade Sul do Estado, as regiões ecoclimáticas da Depressão Central e do Litoral ou Planície Costeira, em toda a sua extensão Norte-Sul, também participam de forma expressiva na produção de arroz irrigado no Estado. A utilização das terras baixas com pastagens cultivadas de estação fria apresenta um enorme potencial para aumentar a produtividade desse sistema de produção agropastoril no RS. Existem cerca de 5,0 milhões de ha de áreas com solos hidromórficos potencialmente utilizáveis sob este sistema no bioma. A área restante permanece em "pousio" ou descanso por três ou quatro anos geralmente, dependendo do modo de uso da terra, do sistema de parceria ou arrendamento, da fertilidade do solo etc.

É importante destacar que nos modelos de sistemas para esses ambientes, o cultivo de arroz irrigado é a atividade preponderante dentro das rotações e/ou sucessões, considerando sua exigência em manejo de solo e água. Mas deve ser realçado que, para adequação da integração com pastagens de inverno e/ou verão e outras culturas de verão nessas áreas, práticas/processos de drenagem do terreno, de calagem e fertilização de acordo com as demandas dos cultivos, assim como o manejo do pastejo com carga animal ajustada à capacidade de suporte dos pastos são ferramentas imprescindíveis para a sustentação desses modelos de produção.

Aspectos relevantes da integração lavoura-pecuária nestes ambientes

Na condição atual de uso das terras baixas no RS, o arroz é o componente do sistema que é priorizado pelo agricultor via utilização de tecnologias mais avançadas (novas cultivares, sistematização (destorroamento e nivelamento) do solo, técnicas de estabelecimento - plantio direto - irrigação, controle mais eficaz das plantas daninhas, dentre outras), as quais proporcionam crescentes aumentos de produtividade e de produção arrozeiras.

A atividade traz consigo, ainda, inegáveis traços culturais relacionados ao convívio entre o agricultor, a terra e a água. Existem evidentes sinalizações de que esta vocação regional, sobretudo na metade sul do RS, compreende relações há muito estabelecidas e consolidadas quanto à forma de pensar e agir dos produtores rurais. A despeito deste panorama aparentemente positivo do ponto de vista socioeconômico, em uma análise mais crítica pode-se elencar pontos de "coevolução" e outros de "coinvolução" no que

tange à aplicação do conhecimento em favor da produção sustentável de alimentos no modelo atual de produção de arroz no RS (Santos et al., 2013).

No que se refere à inserção da pecuária em sistemas ordinariamente de produção de arroz, existe a urgente necessidade de organizar as atividades agrícolas dentro das propriedades através do planejamento espaço-temporal do uso da terra. Esse, por sua vez, deve ser concebido com visão sistêmica e que considere o sinergismo das diferentes atividades agropecuárias praticadas em um mesmo sistema de produção, o que caracteriza os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP).

Do ponto de vista histórico, a integração de animais com culturas agrícolas nesse bioma consta dos primeiros anos do século 20, onde bovinos pastejavam a resteva da cultura de arroz na área das terras baixas. Esse modelo de sistema integrado ainda é utilizado no presente momento. Grandes investimentos tecnológicos foram feitos na lavoura arrozeira e poucos na pecuária utilizada nesse sistema agropastoril. Isso conduziu a elevações na produtividade da cultura, podendo atingira mais de 12 t/ha, mas baixa produtividade animal com índices de 50 a 90 kg ha^{-1} ano de peso vivo (PV) em pastagens nativas e/ou de regeneração espontânea.

Contudo, experiências mostram que com pastagens de inverno e tecnologias adequadas, na sucessão da cultura durante 3 anos ou mais, os índices de produtividade animal ultrapassam 500 kg ha-1 ano, em certas circunstâncias pode chegar a valores acima de 1.000 kg ha^{-1} ano de PV, havendo sinergismo com a lavoura de arroz, redundando em incremento de produtividade em mais de 20%. Entretanto, os produtores ainda carecem das tecnologias sobre manejo sustentável desses sistemas de produção, onde deve ser considerado que os processos da interface solo-planta-animal são dinâmicos na fase pecuária e afetam o desempenho das culturas na sequência, uma vez que essa dinâmica dos nutrientes no solo depende da cobertura orgânica ou palhada remanescente do pastejo. Neste contexto, os animais são agentes intensificadores da atividade de ciclagem de nutrientes no sistema, no entanto, os pastores devem conduzir o pastoreio de forma equilibrada, visando sustentabilidade, considerando que a intensidade de pastejo deve respeitar a capacidade de suporte dos pastos (Silva, 2009).

No planejamento de uso destas áreas é imprescindível pensar que 20% a 30% dos componentes (culturas, pastagens ou plantas de cobertura) tenham como finalidade principal a melhoria do solo, pela incorporação de palhada com boa relação C/N, incorporação e ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio.

Discutindo acerca da adequação espaço-temporal de agricultura e pecuária em áreas de cultivo com arroz irrigado no RS, Santos et al. (2013), em revisão sobre desafios e horizontes da ILP, destaca que: "a lavoura orizícola deve fazer parte de sistemas integrado de produção agropecuária para fins de sustentabilidade ambiental, produtiva e econômica; as alternativas de estabilização da viabilidade do setor devem ser embasadas na diversificação da produção, diminuição de riscos e uso eficiente da terra; o "negócio arroz" é parte integrante de um sistema de produção mais amplo e que deve ser sustentável no espaço e no tempo; 65% da lavoura arrozeira gaúcha é cultivada em áreas arrendadas; e, o cultivo da soja na várzea, no contexto atual, deverá se constituir no principal agente de

mudança e a porta de entrada para a adoção de sistemas integrados de produção, já que o agricultor mostra maior aceitação inicial a um segundo cultivo de grãos, arte em que já possui certa "expertise", em relação à inserção de uma atividade aparentemente mais complexa de gerenciar, como a "lavoura de carne ou leite".

Nos últimos anos a difusão e adoção da tecnologia Clearfield® representou uma ferramenta importante para controle eficiente de arroz-vermelho (Oryza spp.) e de outras espécies de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado. Contudo, o uso inadequado dessa tecnologia em muitas lavouras do estado do RS, como o cultivo por mais de duas safras e, principalmente, o não controle de escapes de plantas de arroz-vermelho (não controladas pelo herbicida), além do uso continuado do mesmo mecanismo de ação dos herbicidas (grupo químico Imidazolinonas), ocasionou a seleção de indivíduos resistentes na população. Da mesma forma, a presença de cultivares de arroz resistentes, próximas a biótipos de arroz-vermelho, cria a oportunidade para a ocorrência de fluxo gênico e, em decorrência, o surgimento de resistência. Por outro lado, o resíduo de herbicida do grupo Imidazolinonas no solo, após o cultivo do arroz, afeta negativamente o crescimento de forrageiras de inverno, como azevém anual – Lolium multiflorum e, de forrageiras de verão como sorgo de corte/pastejo (Pinto, 2009), criando muita dificuldade para diversificar a produção forrageira para a pecuária.

Experiências de Integração lavoura-pecuária nas condições de terras baixas

Mesmo com todas as vantagens que a ILP proporciona aos componentes do sistema, sua adoção generalizada no Bioma Pampa ainda é restrita, no entanto, existem vários sistemas que foram colocados em prática e vêm gerando resultados que apontam sua eficiência, podendo-se citar:

Sistema de integração arroz-bovinos de corte

Para a implementação de sistema de integração lavoura-pecuária na sucessão da lavoura de arroz, alguns pressupostos básicos precisam ser atendidos: drenagem, correção da acidez e fertilidade o solo e rápido estabelecimento das pastagens (Silva et al., 2011a).

O efeito de algumas tecnologias sustentáveis de manejo de pastagens e produção animal em sistemas de integração lavoura de arroz e pastagens pode ser visto na Tabela 1. O ajuste de carga animal mantendo oferta de forragem entre 10 e 12% do peso vivo (PV), na base de matéria seca, é pressuposto básico para viabilizar essa colheita em produto animal (Silva et al., 2011b).

Tabela 1. Produtividade animal (kg ha^{-1} de PV), e período de pastejo, em diferentes pastagens em sistemas de integração da lavoura de arroz irrigado e pecuária de corte nas terras baixas do Bioma Pampa (Fonte: Silva; Silva, 2009).

Sistemas de Forrageamento	Produtividade animal* (Kg ha^{-1} de PV)	Período de pastejo (dias)
Pastejo em resteva de arroz (RA)	45- 65	45 – 60
RA+ pastagem de inverno com baixo nível adubação	180 - 250	90 - 110
Azevém anual + 90 kg/ha de N + adubação de base + calagem	500 - 600	130 – 150
Azevém anual + leguminosas com fertilidade corrigida	480 - 650	120 - 140
Azevém anual + leguminosas + água com fertilidade corrigida	780 - 1100	140 - 300

* Resultados adaptados de Silva et al. (1997); Saibro e Silva (1999); Reis e Saibro (2004); Silva e Silva (2009).

Trabalho conduzido no Litoral Norte do RS, no município de Capivari do Sul, Fazenda dos Touros, entre os anos de 1996 e 1999, onde na sucessão da lavoura de arroz houve correção da acidez e da fertilidade do solo acompanhada de boa drenagem superficial e interna, durante um período de três anos de pousio da lavoura, propiciou incremento de 24% na produtividade do arroz na área com bom estabelecimento de pastagem com leguminosa (*Trifolium nigrescens, T. repens* e *Lotus corniculatus*) em relação a áreas sem boa presença da mesma (Figura 1) (Silva et al., 1997; Saibro; Silva, 1999).



Fotos: Jamir Luís Silva da Silva

Figura 1. Detalhes de pastagem de azevém anual com nitrogênio (A); pastagem da leguminosa anual trevo Ball (B) e arroz na sucessão (C). Unidade de Referência Tecnológica, EMATER-RS (Viamão, RS) e UFRGS. Fazenda dos Touros, Capivari do Sul, RS. Safra de 1998/1999.

Em outra região arrozeira, Santa Vitória do Palmar, Litoral Sul, na Fazenda Pimenteira, Silva (2009), trabalhando em uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) com a mistura de azevém, trevo branco, trevo vermelho e cornichão São Gabriel em solo corrigido e adubado conforme recomendação técnica baseada em análise de solo e drenado superficialmente, obteve índices de produtividade animal acima de 2.000 kg ha^{-1} de PV em 30 meses de pastejo, no período de pousio da lavoura de arroz de 4 anos. Importante salientar que no manejo das pastagens a carga animal sempre foi ajustada conforme a capacidade de suporte do pasto e o pastoreio obedeceu aos critérios do método contínuo com carga ajustada e variável (Silva, 2009) (Figura 2a). Na Figura 2b está apresentada imagem de pastagem de azevém anual e cornichão El Rincón no segundo ano, no município de Bacupari, Fazenda Cavalhada, que permitiram produtividade animal de 720 Kg ha^{-1} de PV entre os meses de maio e outubro.

Fotos: Jamir Luís Silva da Silva



Figura 2. Detalhes de pastagens de inverno de segundo ano após a lavoura de arroz, manejada com fertilidade ajustada à análise de solo e pastejo com oferta de forragem entre 12 e 15% de oferta de forragem, nos municípios de Santa Vitória do Palmar - RS (A), Fazenda Pimenteira e Mostardas (B), Fazenda Cavalhada.

Produtores que empregam tecnologias com o uso do rolo-faca como ferramenta de manejo de solo têm conseguido iniciar o pastejo antes de 100 dias após a colheita do arroz, devido à rápida incorporação ao solo do volume de palhada residual da cultura do arroz irrigado. No momento da entrada dos animais nas pastagens de inverno deve ser observada a estrutura de piso, pois se o pasto não estiver bem estabelecido, com boa cobertura de massa de forragem e sistema radicular desenvolvido, o início do pastejo fica comprometido. Em uma URT de ILP, no município de Camaquã, RS, implantada no ano de 2009 o pastejo foi iniciado em 30 de junho, com carga animal de 320 kg de PV ha^{-1} e massa de forragem em 1.600 kg ha^{-1}, 100 dias após a colheita da lavoura de arroz (Figura 3). Essa pastagem drenada, calcariada e fertilizada de acordo com a recomendação técnica baseada em análise do solo, produziu 426 kg ha^{-1} de PV até o final do ciclo do verão seguinte, o que equivale a cinco vezes mais, quando comparada ao modelo tradicional utilizado na propriedade - semeadura a lanço de azevém em resteva de arroz com as marachas (taipas) desmanchadas, sem correção e fertilizações.

Fotos: Jamir Luís Silva da Silva



Figura 3. Resteva de arroz com uso de rolo-faca logo após a colheita do arroz (A), com pastagem na entrada dos animais (30/junho) semeada em maio (B). Granja Cariola, Camaquã - RS, 2009.

Sistema de integração arroz - bovinos de corte - soja e milho

Durante o período de pousio da cultura do arroz irrigado, pode-se fazer a rotação/sucessão com culturas de sequeiro como milho, soja, sorgo, etc. Este trabalho foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, sobre Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (Haplic Planossoil - Albaqualf), devidamente calcariado e adubado.

A área foi conduzida com arroz irrigado até a safra 2005/06, a qual, após a colheita, foi drenada com a construção de terraços de base larga (7 a 8 metros de largura) visando o estabelecimento de pastagens e culturas de sequeiro. No inverno de 2006 ficou em pousio, seguindo com soja semeada em dezembro de 2006. No inverno 2007, semeou-se aveia+azevém+ervilhaca, seguido de milho no final da primavera. Em 2008, a sequência foi aveia+azevém+ervilhaca (provindos da ressemeadura natural), com predominância de azevém, seguidos de soja. Esta área vem sendo conduzida com pastagem de inverno de ressemeadura natural (notadamente azevém anual) e no verão vem sendo alternando as culturas de milho e soja em sistema de plantio direto na palhada do azevém. Durante os períodos de inverno-primavera vêm sendo pastejada por novilhos da raça charolesa com cargas contínuas ajustadas para 12 a 15% do PV de oferta de forragem em massa seca, o que vem permitindo taxas de lotação de 600 a 1.000kg de PV ha^{-1}, de acordo com a produção de forragem. O pastejo tem gerado rendimento animal entre 225 e 344 kg ha^{-1} de PV entre final de maio e início de outubro com a garantia da ressemeadura natural do azevém (Figura 4).

Os animais atingiram desempenho individual de 1,529 kg dia^{-1}, durante o pastejo do ano de 2010 (Silva et al., 2011b). O rendimento médio da soja durante quatro anos é de 45 sc. ha^{-1}. Na safra 2010-2011, a lavoura de milho teve duração de 168 dias, estabelecida sobre palhada da pastagem adubada ou não. O rendimento do milho foi de 7.152 kg ha^{-1} nas parcelas que foram adubadas na fase pastagem e 6.593 nas parcelas sem adubação.



Fotos: Jamir Luís Silva da Silva

Figura 4. Integração de pastagem de inverno, em ressemeadura natural, e lavouras de soja (A) e milho (B) em terras baixas. Estação Experimental Terras Baixas, Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão - RS.

Considerações finais

A aplicação de tecnologias recomendadas e investimentos em pastagens cultivadas de estação fria, na integração lavoura-pecuária, permitem bom desempenho do sistema e boa rentabilidade em curto espaço de tempo nas terras baixas do bioma Pampa.

A produtividade animal potencial das pastagens de estação fria acrescida ao das pastagens nativa em integração lavoura de arroz-pecuária de corte está muito acima da produção média da pecuária tradicional no Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos pela pesquisa e por alguns produtores chegam a valores entre de 700 e 1.000 kg ha^{-1} ano de peso vivo, ficando bem acima dos valores de 50 a 90 kg ha^{-1} ano, obtidos com o manejo tradicional da pecuária gaúcha em pastagens nativas.

Para bom estabelecimento de pastagens de estação fria, em rotação com a lavoura de arroz em solos de terras baixas, é imprescindível o destorroamento do terreno, a drenagem e a correção do pH e da fertilidade desses solos. Para o adequado manejo de pastagens pressupõe-se ajuste das taxas de lotação animal de forma estacional de acordo com a capacidade de suporte do pasto, buscando bom aproveitamento do crescimento das forrageiras ao longo do ano. Portanto, o planejamento de uso das áreas ao longo dos anos na sucessão/rotação de culturas e forrageiras é ferramenta básica de manejo das propriedades que trabalham com ILP.

Referências

PINTO, J. J. O. Atividade residual de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas para culturas semeadas em sucessão e rotação ao arroz Clearfield. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 1., 2009, Pelotas. **Palestras**... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 1 CD-ROM.

REIS, J. C. L.; SAIBRO, J. C. Integração do arroz com pastagens cultivadas e pecuária. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 24, p. 831-859.

SAIBRO, J. C.; SILVA, J. L. S. Integração sustentável do sistema arroz e pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 1999, Canoas. **Anais**... Canoas: Ed. da Ulbra, 1999. p. 27-56.

SANTOS, D. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGUINONO, I.; CARMONA, F. C.; SANT'ANNA, D. M. Desafios e horizontes da integração lavoura-pecuária em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz**: anais. Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: Sosbai, 2013. v. 2, p. 1644-1659.

SILVA, J. L. S. **Manejo sustentável de pastagem de estação fria em integração com arroz irrigado em uma unidade de transferência de tecnologias, Santa Vitória do Palmar, RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 33 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 262).

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C.; FREITAS, F. R.; COSTA, A. G. M. Produtividade animal em diferentes pastagens de inverno em planossolo no litoral norte no RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 279-281.

SILVA, J. L. S.; SILVA, J. J. C. A importância da pecuária nas tecnologias de manejo sustentável da iLPF no Bioma Pampa. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 1., 2009, Pelotas. **Palestras**... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 1 CD-ROM.

SILVA, J. L. S.; THEISEN, G.; BORTOLINI, F. Planejamento de uso das áreas em integração lavoura-pecuária. **Synergismus Scyentifca UTFPR**, v. 6, n. 2, 2011a.10 p. III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil.

SILVA, J. L. S.; THEISEN, G.; DAMÉ, M. C. F.; SCHAFHAUSER JUNIOR, J. **Manejo de azevém anual e rendimento de bovinos de corte em integração lavoura-pecuária nas terras baixas do Bioma Pampa**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011b. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 119).



Capítulo 46

O Papel dos Sistemas Integrados e Diversificados no Desempenho das Empresas Rurais: o caso da Sapé Agro

Artur Henrique Leite Falcette

Introdução

As empresas rurais brasileiras vêm enfrentando um desafio crescente na última década, a redução de suas margens de lucro. Depois dos ganhos de produtividade experimentados após a revolução verde, fica cada vez mais difícil incrementar produtividade nas propriedades rurais, o que, aliado a custos crescentes e voláteis, devido à globalização do comércio, especialmente de commodities, proporciona instabilidade nos resultados do produtor rural.

Por outro lado, os avanços em gestão também são crescentes e, cada vez mais, o produtor entende o que e como analisar. Margem líquida, margem operacional e faturamento/lucro por hectare passaram a ser amplamente discutidos, controlados e perseguidos.

Nesse contexto, algumas empresas rurais têm buscado soluções para contornar o achatamento de suas margens, ou até mesmo para tentar elevá-las ao longo do tempo. Entre as principais soluções observadas estão o aumento de área (expansão de atividades já existentes), a integração de atividades já existentes e a inserção de novas atividades no sistema de produção. E por trás dessa mudança no perfil dos sistemas produtivos existem dois conceitos muito importantes, que sustentam essas decisões tomadas pelos empresários; a economia de escala e a economia de escopo.

A economia de escala trata justamente do tamanho da empresa. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2004), conforme uma empresa aumenta o tamanho de determinada atividade produtiva é possível a diluição dos custos fixos existentes, reduzindo-se assim o custo médio unitário. De forma mais simples, pode-se dizer que conforme uma atividade cresce ela se aproveita de custos já existentes na empresa (como parte da mão de obra, manutenção da infraestrutura física, parte do maquinário, entre outros), fazendo com que esses custos sejam divididos por uma produção maior, o que reduz seu custo médio unitário.

Ainda de acordo com os autores, a economia de escopo, por outro lado, faz com que o custo médio unitário seja reduzido pela inserção de uma nova atividade no sistema produtivo, ou seja, diversificando-se o sistema de produção. Esse tipo de situação pode acontecer por 3 motivos:

a) existência de fatores comuns. Quando a produção de mais de um produto requer um fator de produção que só se compra uma única vez; (Terra)
b) existência de reserva de capacidade. Quando a produção de dois produtos compartilham a mesma capacidade produtiva, e há capacidade ociosa; (Maquinário)
c) Complementariedades tecnológicas e comerciais. É um tipo de posição que permite sinergia entre a produção de diferentes produtos, já que são produzidos sob a mesma base tecnológica, ou com os mesmos insumos ou ainda são direcionados a um mesmo público (propaganda, linhas de distribuição etc);

O entendimento desses dois conceitos é fundamental para entender a ótica com a qual empresas diversificadas e com atividades integradas enxergam o mercado e buscam a

melhoria de seus resultados. O case aqui apresentado é um exemplo de como o modelo baseado na diversificação e integração de atividades pode ajudar as empresas rurais a melhorar seus resultados.

A Sapé Agro

A Sapé Agropastoril LTDA é uma empresa rural familiar, localizada no município de Maracaju – MS, atualmente produzindo soja, milho, aveia, cana de açúcar, leite, frango de corte, gado de corte, genética da raça Brangus (reprodutores e matrizes), turismo tecnológico rural e educação.

Atualmente, a empresa conta 5.535 hectares de área total, entre áreas próprias (fazendas Sapé, Invernadinha e Volta Rica) e arrendadas (fazenda Pontal), sendo que parte de sua produção de cana de açúcar (40%), encontra-se em área arrendada, enquanto o restante da produção se concentra em áreas próprias. São cultivados atualmente cerca de 2500 hectares de soja no verão, que no inverno são utilizados para milho safrinha, aveia e pastagens temporárias. Sua área fixa de pastagens, onde encontram-se as matrizes do rebanho bovino de corte totalizam 390 hectares, suportando durante o verão 2.000 cabeças em média. A avicultura de corte produz em média 140 mil aves a cada 42 dias, com intervalos de vazio sanitário de 12 dias.

As atividades produtivas

Cada uma das atividades desenvolvidas na Sapé Agro tem importância fundamental para os resultados econômico-financeiros da empresa, bem como na gestão de risco das atividades, buscada através da diversificação e da gestão dos sistemas integrados, como a integração lavoura-pecuária.

A agricultura, que inclui produção de grãos e cana-de-açúcar, iniciada em 1996, representa hoje cerca de 70% do faturamento total da empresa, com as atividades avícola, pecuária de leite e pecuária de corte representando os outros 30% do total. É importante ressaltar que antes de 1996 a pecuária de corte era a única atividade da empresa, responsável, portanto por 100% do faturamento da mesma, utilizando cerca de 3 mil hectares da área útil para acomodar um rebanho do mesmo tamanho do atual (2 mil cabeças). Dessa forma, pode-se observar a evolução da atividade de pecuária de corte, que em menos de vinte anos, reduziu sua área de 3 mil para 390 hectares, conservando o mesmo número de animais, aumentando a lotação animal de 0,7 para as atuais 4,5 cabeças por hectare (média do verão).

Essa evolução, aconteceu de maneira gradual e planejada, demandando não só inovação tecnológica, mas também inovação na gestão dos sistemas produtivos e, principalmente, adoção do sistema produtivo de integração lavoura-pecuária, que possibilitou, entre outros fatores, a reforma de pastagens degradadas e a utilização de áreas de pastagem de inverno com grande potencial produtivo devido ao cultivo de soja no verão, gerando, em conjunto com outros fatores, os resultados alcançados pelo sistema atual, com abate de animais super-precoces, terminados com no máximo 16 meses e pesando até 21 arrobas.

A ampliação da agricultura e a importância que a mesma ganhou na empresa, foi fator crítico para que o sistema de integração lavoura-pecuária passasse a ser utilizado, tornando a atividade pecuária economicamente viável, embora a mesma apresente a menor rentabilidade entre as atividades do grupo (mas que por outro lado é também a de menor risco).

Vale ressaltar que não foi somente a pecuária de corte que se beneficiou do sistema. A integração de atividades, oriunda da diversificação, mudou a maneira de se pensar a estratégia da empresa, bem como foi fundamental na construção de seu modelo de negócio. O olhar para o hectare como menor unidade produtiva, que deve ter seus ganhos maximizados, fez com que questionamentos surgissem dentro da empresa no que tange a expansão (aumento de escala). Além disso, o valor de terra crescente na região reduziu as margens de atividades que demandam grandes áreas para sua execução, dificultando novos investimentos em terra. Um terceiro fator importante nessa análise é a especialização crescente das propriedades rurais nas atividades que praticam e, especialmente, nas atividades meio, ou seja, naquelas que acontecem dentro da propriedade com o intuito de servir de suporte às atividades fim (produção de grãos, gado etc). As atividades meio, normalmente, estão relacionadas aos processos produtivos e acabaram sendo absorvidas internamente pelos produtores rurais com dois objetivos: reduzir custos e/ou sanar dificuldades estruturais locais. É por isso que as empresas rurais passaram a realizar atividades como: armazenamento de grãos, fabricação de rações, manutenção de máquinas e equipamentos, transporte de grãos e máquinas, entre outras. No geral, as empresas assumiram também atividades de gestão, como a gestão administrativa do dia a dia, departamento pessoal, finanças e até contabilidade em alguns casos, todas elas com o intuito de atender as atividades principais da empresa.

Com a Sapé Agro não foi diferente. A empresa se especializou em diversas atividades, buscando principalmente a redução de custos. Nesse sentido, atividades como as citadas acima, entre tantas outras, passaram a ser desenvolvidas de forma planejada, estruturada e controlada, recebendo investimentos que elevaram consideravelmente sua qualidade. Com essas novas áreas estabelecidas ao longo do tempo, operando com qualidade e suportando as atividades fim da empresa (produção agropecuária de fato), surge o questionamento de como maximizar sua atuação, uma vez que seu custo fixo já está estabelecido. Dessa forma, a empresa desenvolve seu modelo de negócio baseado nas premissas de maximização do resultado por hectare, pautado em atividades de valor agregado e com redução/diluição dos custos fixos envolvidos no custo da terra e nas atividades de suporte. A lógica, dessa forma, deixa de ser buscar o aumento de áreas e atividades já existentes e passa a ser a busca por atividades que extraiam benefícios das sinergias geradas com atividades já existentes, incorporando atividades de maior margem, possibilitando também o aumento da margem de atividades já existentes.

Voltando à história da empresa, um fato que levou à intensificação e integração ainda maior do sistema foi a não renovação do contrato de arrendamento de uma área de terceiros (980 hectares) em 2012, onde eram mantidas as matrizes bovinas. Como consequência, a primeira mudança no sistema de produção foi a eliminação da fase de recria, já que seria economicamente inviável e fisicamente muito difícil manter as matrizes e recriar os bezerros em apenas 390 hectares. Como o inverno, mesmo que com

temperaturas amenas, é um período crítico para a pecuária na região, já que a estação é caracterizada pelos baixos índices pluviométricos e pela redução da duração do dia, dificilmente alcança-se a manutenção das pastagens em estado satisfatório ou mesmo minimamente suficiente para a manutenção das mesmas lotações do verão, quando chove com frequência e os dias são mais longos. Por isso, para manutenção de um rebanho de tamanho que possibilitasse escala à atividade e a viabilizasse, foi necessário então buscar nas áreas de agricultura o suporte forrageiro necessário para a alimentação dos animais no inverno.

Dessa forma, iniciava-se a adoção sistemática do sistema de integração lavoura-pecuária na empresa, com áreas de cultivo de soja no verão sendo semeadas com milho safrinha em consórcio com *Urochloa ruziziensis* e, ainda, algumas áreas de plantio solteiro da mesma pastagem, atendendo a demanda forrageira do rebanho para o período seco. Atualmente, 100% da área de milho safrinha é semeada em consórcio com *Urochloa ruziziensis*. Em geral, 80% da área de soja é semeada nessa condição, enquanto o restante é semeado com pastagem solteira (para assegurar a disponibilidade de pastagem enquanto se aguarda a colheita ou se prepara o plantio nas áreas de integração). Também é semeada aveia, que pode ser colhida como grão, silagem pré-secada ou ainda para pastejo direto. Dessa forma, após a desmama dos bezerros, entre os meses de maio e junho, todo o rebanho de matrizes e de fêmeas desmamadas é conduzido às áreas de inverno, para que os 390 hectares de pastagens fixas possam ser vedados, visando sua recuperação. Os bezerros machos assim que desmamados entram imediatamente no confinamento para a fase de engorda e terminação. As fêmeas desmamadas podem ter dois destinos, dependendo das condições de pasto e do valor da diária de confinamento do ano, podendo ser conduzidas a um sistema de semiconfinamento, ou então diretamente ao confinamento. O uso desses sistemas tem a intenção de colocá-las em estação reprodutiva entre 12 e 14 meses com bons índices de prenhes, além de deixá-las prontas para o abate, caso a concepção não aconteça.

As matrizes da fazenda começam sua migração das áreas fixas de pastagem para as áreas de integração conforme essas vão sendo liberadas, o que acontece inicialmente com as áreas de produção de silagem de milho. Nesse momento, elas são agrupadas em lotes maiores, que serão novamente divididos antes do início dos partos (julho). Atualmente 100% do rebanho de matrizes passa por IATF (inseminação artificial em tempo fixo) e ressincronização de cio, além de repasse com touros da raça Brangus, produzidos na própria fazenda. Caso a prenhes não seja confirmada após o término da estação de monta, as vacas são abatidas. O nascimento dos bezerros acontece no período entre julho e setembro, quando as vacas ainda se encontram nas áreas de integração, o que faz com que os animais nasçam em áreas mais limpas, que por se tratarem de áreas de agricultura, usualmente estão livres de contaminação por parasitas e/ou agentes causadores de doenças, especialmente intestinais. Quando retornam às áreas de pastagem (início de setembro, liberando as áreas de agricultura para rebrote e dessecação), os bezerros já possuem maior imunidade contra doenças, especialmente tristeza bovina.

Mas não é somente a atividade de pecuária de corte que se beneficia do modelo de negócio da empresa. Existem atividades que já surgiram dentro da lógica de maximização do resultado e diluição dos custos fixos, como a pecuária de leite e a avicultura, atividades com maior lucro por hectare do grupo e que se aproveitam de todo o sistema existente

na empresa. Todo o investimento em nutrição e sanidade animal, produção de alimentos, gestão, médicos veterinários, entre outros, passa a ter seu custo distribuído entre essas atividades, o que possibilita maiores margens, como já citado anteriormente. A agricultura também se beneficia desse sistema, uma vez que comercializa parte de sua produção internamente, reduzindo custos com frete e armazenagem, além de pagar uma fatia menor dos custos fixos e administrativos, por ter outras atividades com quem dividi-los.

A gestão do sistema e seus desafios

Embora as atividades de agricultura e pecuária possam ter muita sinergia, não se pode negar que o manejo do sistema é um verdadeiro desafio para qualquer equipe de gestão agropecuária. O sucesso da integração se inicia no planejamento da safra de verão, quando a ordem de plantio dos talhões de soja, com suas variedades e características de precocidade são definidas, definindo-se assim, consequentemente, quais áreas irão receber milho safrinha consorciado (tanto para produção de grãos, quando silagem), pastagem solteira e aveia (as áreas de soja colhidas por último recebem apenas pastagem solteira ou aveia, uma vez que a janela ótima de semeadura de milho na região se encerra em torno de 10 de março). Além da ordem de plantio, é fundamental que o alinhamento entre os setores de agricultura e pecuária aconteça de maneira que nenhuma das atividades seja prejudicada, pois concessões serão necessárias dos dois lados para que o resultado da safrinha de milho seja satisfatório e para que se quebre o paradigma de sempre se deixar as piores áreas, em termos de fertilidade e perfil do solo, para a pecuária. Isso é especialmente verdade quando as premiações das equipes são baseadas em produtividade. Por isso, em um sistema de integração em escala comercial, a premiação dos colaboradores deve levar em consideração todas as atividades integradas, para criar-se um ambiente de colaboração e não de disputa.

Com relação aos tratos culturais, considerando-se especialmente a fertilidade do solo, é fundamental que o responsável técnico pelo plantio das pastagens utilize as mesmas técnicas, cuidados e adubação adequada dispensados às áreas de milho safrinha, fazendo com que todo o potencial produtivo do material escolhido possa ser expressado.

Com o término do plantio dessas áreas e posterior avanço do outono, é fundamental que a equipe de pecuária monitore muito bem a disponibilidade forrageira das áreas temporárias e das áreas fixas de pastagem, buscando não perder o primeiro corte da pastagem, que poderá prejudicar o manejo durante o inverno e causar perdas de matéria vegetal (principalmente pelo pisoteamento pelos animais), bem como de não sobrecarregar as áreas fixas de pastagem, fazendo com que a vedação aconteça o quanto antes para que a forrageira se recupere o mais rapidamente possível durante a primavera, tendo em vista que essas áreas receberão todo o rebanho de volta até meados do mês de setembro.

Outro ponto fundamental de planejamento entre os setores de agricultura e pecuária diz respeito ao início de colheita do milho e depois da dessecação da área para o próximo plantio de soja. Ou seja, quanto mais cedo se colhe o milho e mais tarde se desseque para plantio, mais tempo se tem de pastejo, porém, adiantar muito a colheita acarreta em milho com maior umidade dos grãos. Da mesma forma, atrasos na dessecação prejudicam o próximo plantio de soja. Por isso, a definição dessa janela é um tema muito importante

e delicado. Para tal, a interação entre as equipes nesse caso deve ser muito boa, pois deverá ser definida qual a melhor época para o início de colheita do milho, eventualmente antecipando-o (grão entre 22 e 24% de umidade) para que os animais passem a ter a oferta de pastagem com maior antecedência. Da mesma forma, a saída dos animais dessas áreas deve acontecer com antecedência suficiente para que seja deixada palhada para o plantio de soja, evitando-se o superpastejo. Assim sendo, fica claro que a interação e as concessões feitas pelas duas equipes na fase de planejamento, são a chave para o bom funcionamento do sistema.

É importante ressaltar que a integração lavoura-pecuária dentro da empresa não é somente um mecanismo de melhor utilização e aproveitamento do solo, mas também de compartilhamento de equipe, gestão, maquinário pesado e alto valor de investimento (normalmente encontrado na agricultura) e infraestrutura física; diluindo custos fixos e reduzindo o capital imobilizado, melhorando indicadores como a rentabilidade sobre o investimento, fundamental para avaliação do negócio.

Outro ponto de atenção para a equipe de gestão, é a transação de recursos entre as atividades, principalmente a comercialização de milho, silagem e aveia entre agricultura e pecuária. É normal que o produtor que utiliza o sistema de integração veja na agricultura uma ferramenta de redução de custos para a pecuária, principalmente em seu manejo nutricional. No entanto, a prática de transferir milho para pecuária, pelo custo de produção, tanto sendo ele em grãos, quanto sendo para a produção de silagem, pode mascarar o resultado das atividades, prejudicando a rentabilidade da atividade de cultivo milho e beneficiando a pecuária, uma vez que reduz a receita daquela à medida que reduz o custo desta. Assim sendo, nos controles financeiros da Sapé, as transferências e os compartilhamentos de recursos acontecem a preço preestabelecido, com base em preços de mercado, o que torna a análise mais realista, uma vez que concede os benefícios a comprador e vendedor, conforme sinalizado pelo mercado. Isso exigiu na empresa a criação de critérios claros de "comercialização" de produtos e/ou subprodutos entre atividades, além de disciplina dos gestores em manter sua utilização, mesmo quando o mercado apresenta cenários mais ou menos favoráveis frente ao cenário criado pela utilização desses critérios.

A equipe de gestão da empresa entende que conhecer seu custo de produção detalhadamente, além de ser premissa básica do negócio, é uma ferramenta importante para estabelecer essa relação entre as atividades. Normalmente, agricultores tendem a correr riscos de mercado para obter maiores preços por simplesmente desconhecer ou não ter segurança em seus custos de produção, o que pode causar algum tipo de estresse gerencial na hora de transferir custos/valores internamente entre atividades. A lógica dessa transferência de valores entre atividades deve ser a mesma utilizada na comercialização de grãos, que para a equipe de gestão da Sapé deve sempre estar fundada em três pilares básicos:

- **Custo de produção**: conhecimento detalhado do custo total de produção e de seus componentes;
- **Necessidades de fluxo de caixa**: honrar os compromissos é sempre prioridade na hora de definir e realizar a estratégia de comercialização;

- **Maximização do ganho, sempre crescente**: conhecidos os custos, estabelecidos os preços mínimos de venda e tendo o fluxo de caixa saudável, deve-se buscar maximizar sempre os ganhos, buscando realizar a próxima negociação sempre em patamares superiores à anterior.

Operacionalizando isso, no caso da integração lavoura-pecuária, um conjunto específico de informações deve ser coletado para a tomada de algumas decisões, como o valor de compra do milho pela pecuária. A primeira informação necessária é a rentabilidade do negócio agropecuário como um todo e individual das atividades conduzidas pelo grupo, disponíveis na Demonstração de Resultados do Exercício (DRE). Essa demonstração resume informações financeiras da empresa no último exercício, em um modelo que apresenta a margem bruta, operacional e líquida da empresa e de suas atividades individualmente conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Informações financeiras relacionadas ao exercício 2017 na Sapé Agro

DRE	
	Total
Receita Bruta (-) Deduções da Receita	R$ 55.000.000,00 R$ 240.000,00
Receita Líquida (-) Custos de Produção	R$ 54.340.000,00 R$ 34.900.000,00
Margem Bruta (-) Despesas	R$ 19.440.000,00 35,77% R$ 5.000.000,00
Margem Operacional (+/-) Resultado não Operacional	R$ 14.440.000,00 26,57% -R$ 310.000,00
Margem Líquida	**R$ 14.130.000,00 26,00%**

Esses números servem como referência para a criação de metas de rentabilidade para cada uma das atividades, ajudando assim na definição dos preços de comercialização, ao aplicar-se as margens estabelecidas como meta para o custo de produção do milho. Caso esse valor seja maior que o valor corrente de mercado, a empresa pode optar em comprar milho de fora, utilizando-o por exemplo na pecuária, carregando seu estoque para venda futura a níveis mais altos. Essa decisão deve ser tomada com base no fluxo de caixa da empresa e com conhecimento do custo de armazenagem desse produto.

Fica assim evidente que a integração das atividades de agricultura e pecuária, de maneira profissional, visando maior rentabilidade do negócio, passa por um processo intensivo de gestão da informação, que apoia o empresário rural em sua tomada de decisão. Essas informações são fundamentais tanto na definição de premissas básicas do modelo, até a avaliação de resultado do sistema, quando podemos entender se a terceira safra de fato tem potencial para agregar rentabilidade ao negócio.

Na Sapé Agro, por exemplo, em anos onde nem todas as fêmeas bovinas estiveram em áreas de integração, foi possível observar ganhos/perdas de peso e escore do rebanho. Fêmeas que continuaram nas áreas fixas de pastagem, mesmo com suplementação nutricional, feita com ração concentrada, apenas mantiveram seu peso, enquanto fêmeas nas áreas de integração, alimentando-se somente das pastagens e restos culturais de milho, apresentaram ganho de peso de 450 gramas/cabeça/dia.

Dessa forma, podemos concluir que se aproveitou mais do potencial de uso do solo, conforme Tabela 2, já que os custos por hectare da implantação do sistema de integração em comparação ao sistema tradicional, diferem somente na incorporação da *Urochloa ruziziensis* no plantio.

Tabela 2. Faturamento Bruto Esperado nos Dois Sistemas de produção na Sapé Agro (em R$/há).

Fonte da Receita	Unidade	V.U	Produção/Ha	R$/Ha
Soja	Sacas	60,00	55,00	3.300,00
Milho	Sacas	22,00	100,00	2.200,00
Carne	Kg	9,00*	125,00**	1.125,00

*Valor de @ considerado a R$ 125,00
Considerando 3 UA. por hectare, com ganho de 450 gramas/dia, durante 100 dias.

Assim sendo, considerando 1 hectare do sistema de integração, temos a receita do sistema tradicional (soja+milho safrinha) totalizada em R$ 5.500,00, enquanto no sistema de integração temos R$ 6.625,00, gerando um adicional de receita de R$1.125,00 por hectare, com uma elevação marginal de custos muito pequena em relação ao total do sistema.

A título de análise, é interessante utilizar-se de outro exemplo prático para o entendimento mais detalhado da questão da diversificação na empresa rural. Para tal, considera-se uma empresa que já possui certo grau de diversificação, com 3 diferentes atividades, com os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Comparação ilustrativa de possíveis atividades a serem realizadas em um estabelecimento agropecuário que vise maximização de resultados financeiros.

Possíveis atividades							
A		B		C		D	
R$ 5.000.000,00		R$ 12.000.000,00		R$ 3.000.000,00		R4 35.000.000,00	
R$ 60.000,00		R$ 144.000,00		R$ 36.000,00		R$ 420.000,00	
R$ 4.940.000,00		R$ 11.856.000,00		R$ 2.964.000,00		R$ 34.580.000,00	
R$ 1.000.000,00		R$ 5.000.000,00		R$ 1.000.000,00		R$ 27.900.000,00	
R$ 3.940.000,00	79,76%	R$ 6.856.000,00	57,83%	R$ 1.964.000,00	66,26%	R$ 6.680.000,00	19,32%
R$ 454.545,45		R$ 1.090.909,09		R$ 272.727,27		R$ 3.181.818,18	
R$ 3.485.454,55	70,56%	R$ 5.765.090,91	48,63%	R$ 1.691.272,73	57,06%	R$ 3.498.181,82	10,12%

Como podemos ver as três atividades diferem bastante em sua estrutura de custos, tamanho e na margem apresentada. Na análise considerar-se-á que a área que elas ocupam dentro da fazenda é a mesma. A primeira pergunta que gera discussão no exemplo proposto consiste em se analisar qual atividade deveria ou poderia ser eliminada do sistema, ou seja, caso tivéssemos que eliminar alguma delas do sistema, qual seria escolhida. Para tal análise deve-se observar a margem operacional de cada uma delas, indicador que permite com que essa comparação seja feita e que é obtido subtraindo-se da receita líquida os custos diretos de produção e os custos indiretos (fixos), esses últimos rateados entre as atividades (no caso do exemplo, utilizando-se o faturamento

de cada atividade como base de rateio, uma vez que todas ocupam a mesma área). A resposta dessa questão sempre divide quem faz a comparação entre as atividades B e C. Isso ocorre, pois existe uma dificuldade conceitual por parte de quem analisa de saber se o número a ser observado é a margem operacional absoluta ou em termos percentuais. Analisando a margem operacional em termos percentuais, parece óbvio que a atividade B deve ser eliminada do sistema. No entanto, essa atividade deixa aproximadamente R$ 3,8 milhões em caixa, enquanto a atividade C deixa pouco mais de R$ 1 milhão. É como perguntar a quem analisa a preferência entre ser dono de 50% da lanchonete da esquina ou de 1% da Coca-Cola.

Outra discussão muito pertinente é a que trata da entrada de novas atividades no sistema. Nesse caso, a título de exemplo, imagina-se a entrada de uma quarta atividade na empresa, que ocupará novamente a mesma área e que tem como dados principais: R$ 35 milhões de reais de faturamento anual com R$ 420 mil reais de deduções do faturamento. Essa atividade tem custos diretos de produção de R$ 27,9 milhões de reais, tendo assim, 19,32% de margem bruta, da qual ainda serão deduzidos os custos fixos, fazendo com que a margem operacional seja menor ainda. A pergunta nesse caso seria: é vantajoso que essa atividade integre o sistema? Olhando novamente para a margem em termos percentuais, a resposta parece óbvia: não. Uma atividade de margem bruta de 19,32% terá, após a dedução dos custos fixos, uma margem operacional menor que qualquer uma das 3 atividades existentes. No entanto, precisamos observar dois pontos cruciais:

a) O faturamento de R$ 35 milhões de reais, faz com que 19,32% de margem bruta represente R$ 6,6 milhões de reais, muito superior ao resultado entregue por qualquer uma das outras três atividades. Novamente o exemplo da Coca-Cola se faz presente;

Ao integrar a estrutura produtiva, a atividade D eleva o faturamento total da empresa de 20 para 55 milhões de reais, causando uma diluição muito grande dos custos fixos existentes (imaginando sempre que as novas atividades aproveitem da infraestrutura já existente e não agreguem novos custos fixos), que antes consumiam 25% do faturamento e agora consomem somente 9,1%. Além disso, como pode ser visto na tabela a seguir, mesmo tendo margem operacional de somente 10,12%, ela deixa mais dinheiro no caixa que as atividades A e C, ou seja, uma atividade que não seria escolhida por sua baixa margem operacional em termos percentuais, tem lucro operacional superior à duas atividades já existentes. Por último, e talvez seja uma das maiores vantagens da economia de escopo (diversificação), é o fato de que a entrada de uma nova atividade no sistema é capaz de melhorar o resultado das outras. Ao comparar-se as duas tabelas, vemos que a margem bruta das atividades A, B e C permanece a mesma, mas as margens operacionais aumentam, isso se dá, novamente, pelo fato de que os custos fixos passam a ter uma parte paga por uma nova atividade e são diluídos no novo faturamento.

Considerações finais

A discussão sobre a diversificação de sistemas agrícolas de produção atualmente encontra-se no extremo oposto à especialização. É como se as empresas tivessem que optar exclusivamente por um ou pelo outro, ou seja, por crescer na mesma atividade que

já praticam, ganhando assim escala e se especializando, ou diversificar sua produção, buscando principalmente gerir o risco e aproveitar sinergias. Pode-se assim dizer que existe quase uma tensão nas discussões sobre esses dois termos, que os coloca como extremos de modelos de negócio, tanto no agro quanto em outros setores.

A discussão diversificação/especialização deve, no entanto, dar lugar a uma abordagem mais completa dos sistemas de produção, abordagem essa que entende escala e escopo (especialização e diversificação) não necessariamente como objetivos antagônicos na realidade de uma empresa, mas sim como diferentes estágios de um modelo de negócio.

A especialização nos diferentes processos dentro da produção agrícola (especialmente aqueles de apoio) citada no decorrer desse capítulo gera, inevitavelmente, custos fixos adicionais às empresas que decidem realizar internamente essas atividades, ainda que esse custo seja menor do que o custo de terceirizá-las. Essa mesma especialização, como já mencionado, deveria levar o empresário rural ao questionamento de como aproveitar melhor os processos nos quais a empresa passou a ter maior especialização (profissionalismo).

E a resposta para essa pergunta não é uma escolha simplista entre as opções de escala ou escopo (crescer ou diversificar), isso porque, por mais antagônicos que esses diferentes modelos pareçam, em determinado momento, com o ganho de maturidade na gestão, bem como com o aumento de seu profissionalismo (domínio da gestão financeira, de processos e de pessoas), a empresa deve buscar aproveitar o melhor dos dois modelos, criando na diversificação de atividades a possibilidade de dar escala ao negócio.

Referências

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria**: modelos e previsões. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.


Rodrigo Peixoto

Capítulo 47

Integração lavoura-pecuária-floresta: caso de sucesso da Fazenda Santa Brígida, no Estado de Goiás

Priscila de Oliveira
Roberto José Freitas
João Kluthcouski
Anábio Aparecido Ribeiro
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Luciene Pires Teixeira
Raphael Augusto de Castro e Melo
Alex da Silva
William Marchió
Lourival Vilela
Luiz Carlos Balbino

A Fazenda Santa Brígida: caracterização e evolução dos sistemas de ILPF

A Fazenda Santa Brígida localiza-se em Ipameri-GO, a 800 m de altitude. A região possui clima tropical de savana mesotérmico (Aw, segundo classificação de Köppen), com duas estações bem definidas, uma chuvosa de outubro a abril e outra de clima seco, de maio a setembro, com baixa umidade relativa do ar, principalmente a partir do mês de junho. Os solos da fazenda são classificados, em sua maioria, como Latossolo Vermelho escuro, com boa drenagem, textura argilo-arenosa e teor de argila em torno de 45%.

Sua área total é de 922 ha, dos quais 184,4 ha (20%) correspondem à Área de Reserva Legal (ARL) e 27 ha à Área de Preservação Permanente (APP), existindo sete nascentes hídricas. A Área de Uso Alternativo (AUA) é de aproximadamente 450 ha, onde nas safras de verão são cultivados soja e milho. A área de pastagem é de 200 ha, na modalidade de "pastagem exclusiva", onde não se cultiva lavouras em rotação. A área de pastagem consorciada com eucalipto em sistema de integração (outrora também consorciada com culturas graníferas) é de 60 ha. Apesar dos solos com ótimas propriedades físicas e topografia plana a suave ondulada, a Fazenda Santa Brígida até o ano de 2006 apresentava apenas pastagens degradadas, com rebanho total de apenas 500 bovinos, sendo que os de corte eram abatidos entre 4 e 4,5 anos de idade.

Em outubro de 2006 a Fazenda foi visitada por técnicos da Embrapa, que realizaram um diagnóstico da propriedade. Concomitantemente, estabeleceu-se um acordo para a participação da Embrapa no projeto de recuperação da capacidade produtiva da propriedade, condicionada à abertura da Fazenda para a realização de atividades de divulgação das técnicas, como dias-de-campo. Os custos relativos à insumos, serviços e mão-de-obra foram assumidos pela fazenda. Também acordou-se a condução de ensaios de validação de tecnologias e que fossem disponibilizadas vagas para estágios de estudantes. A Embrapa conseguiu parceria com as empresas John Deere e Ikeda Implementos Agrícolas, além de outras empresas setor agrícola.

No final de outubro de 2006, foi iniciada a aplicação de calcário. Em meados de novembro iniciou-se a implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), ou agropastoril, notadamente o Sistema Barreirão, nas áreas com solo e pastagem degradada. Nas áreas que anteriormente já tinham sido cultivadas com soja, na forma de arrendamento para terceiros, foi utilizado o Sistema Santa Fé com sistema plantio direto (SPD).

Nos anos seguintes, outros sistemas de ILP foram adotados, principalmente com objetivo de produzir forragem para o período seco. Assim, além dos consórcios de culturas graníferas anuais com forrageiras perenes, gradativamente passou-se a ampliar o uso de sucessão de culturas – como soja no verão seguida de milheto ou sorgo ou milho, consorciado(s) com braquiária –, culminando na safra de 2008/2009, com a implantação do sistema de integração com componente florestal, o sistema ILPF ou agrossilvipastoril, em área de aproximadamente quatro hectares. Em razão do bom desenvolvimento das árvores de eucalipto, na safra 2009/2010 ampliou-se a área com ILPF em mais 45 hectares e na safra 2010/2011 em mais 10 hectares, com densidade média de 700 árvores por

hectare. No conjunto dessas áreas, são contabilizadas mais de 40.000 árvores de eucalipto em sistema de ILPF na fazenda, com produtividade média de madeira estimada em mais de 21 st ha^{-1} ano^{-1}[1], cujo corte está previsto para seis ou sete anos após o plantio.

Simultaneamente aos cultivos comerciais, foi implantada uma Unidade de Referência Tecnológica (URT)[2] para validação e demonstração de diferentes sistemas de ILP com as culturas do milho, arroz, girassol e cultivares de braquiária. O objetivo da implantação da URT era apresentar as diferentes oportunidades de ILP que poderiam ser utilizadas nas propriedades rurais com a principal finalidade de recuperação de pastagens degradadas.

Benefícios agronômicos da adoção de sistemas de ILPF na Fazenda Santa Brígida

No caso da Fazenda Santa Brígida, com os sistemas de manejo do solo e culturas sob sistemas de ILP e de ILPF, foram obtidas melhorias em praticamente todos os atributos químicos e físicos do solo, muito provavelmente em razão da presença de forrageiras em consórcio e sucessão de culturas. Destaca-se, contudo, o teor de matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0 a 20 cm que aumentou em torno 200%, passando de 1,8% (18 mg dm^{-3}) em 2006 para 3,5% (35 mg dm^{-3}) em 2016 (Tabela 1). Esta é uma notável contribuição da ILP para os solos tropicais.

Em relação à produtividade das culturas na Fazenda Santa Brígida, ocorreu um incremento gradual tanto para o milho quanto para a soja (Tabela 1). No milho, esse aumento foi mais expressivo, de 5.400 kg ha^{-1} no primeiro ano (safra 2006/2007) para 11.400 kg ha^{-1} no décimo ano (safra de verão 2015/2016). É importante ressaltar que devido às condições favoráveis de altitude, a produtividade de milho tem potencial para atingir até 15.000 kg ha^{-1}. A opção pela realização de mais uma safra de grãos por ano (1ª safra e 2ª safra ou safrinha) também contribuiu para aumentar a produção de grãos por hectare, na soma das culturas.

Tabela 1. Teor de matéria orgânica do solo, produtividade de grãos de soja e milho, taxa de lotação média anual e produtividade de bovinos de corte na Fazenda Santa Brígida, em Ipameri-GO, entre as safras de 2006/2007 e 2015/2016.

Ano agrícola	Matéria orgânica do solo	Produtividade de grãos		Taxa de lotação média	Produtividade animal
		Soja	Milho		
	(mg dm^{-3})	(kg ha^{-1})		(UA ha^{-1})	(kg PV ha^{-1} ano^{-1})
2006/2007	18	2.700	5.400	1,0	69
2007/2008	20	2.820	6.600	1,8	111
2008/2009	19	3.000	7.200	2,0	167
2009/2010	27	3.150	8.400	2,5	222

Continua...

[1] Um stereo (st) corresponde a 0,7 metro cúbico (m^3) de eucalipto com casca ou 0,61 m^3 de eucalipto sem casca. Na forma inversa, um m^3 de eucalipto corresponde a 1,43 st com casca, e 1,64 st sem casca.

[2] Unidade de Referência Tecnológica é um modelo físico de sistemas de produção, implantado em área pública ou privada, visando à validação, demonstração e transferência de tecnologias geradas, adaptadas e/ou recomendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) para a região. (Balbino et al.; 2011.)

Tabela 1. Continuação.

Ano agrícola	Matéria orgânica do solo	Produtividade de grãos		Taxa de lotação média	Produtividade animal
		Soja	Milho		
	(mg dm^{-3})	(kg ha^{-1})		(UA ha^{-1})	(kg PV ha^{-1} ano^{-1})
2010/2011	29	3.300	10.440	2,5	333
2011/2012	30	3.600	11.100	3,0	472
2012/2013	30	3.480	9.600	3,5	447
2013/2014	35	3.720	10.500	3,8	554
2014/2015	35	3.240	10.800 + 7.800*	4,0	730
2015/2016	35	3.780	11.400 + 1.200**	4,0	730

*Estimativa de 1ª safra + 2ª safra. **Segunda safra de 2016 foi prejudicada pelo clima e não por fatores locais.

Em relação à soja, destaca-se que desde o primeiro ano de cultivo em áreas anteriormente ocupadas com pastagem e solo degradados, a produtividade tem sido igual ou superior à média nacional (entre 2.700 e 3.000 kg ha^{-1}). Nos dez anos avaliados, a produtividade da soja aumentou cerca de 40%, saindo de aproximadamente 2.700 kg ha^{-1} na safra 2006/2007 para 3.780 kg ha^{-1} na safra 2015/2016. Mesmo com a evolução do material genético e técnicas de manejo disponíveis para a soja, que também influenciam essa evolução, dificilmente isso seria plenamente possível sem as condições favoráveis criadas pela integração.

As evoluções na produtividade de milho e de soja são influenciadas pelas melhorias dos atributos químicos do solo, bem como ao aumento da MOS, que, sem dúvida é decorrente da presença das gramíneas forrageiras na rotação. Este fato é amplamente conhecido, ou seja, a rotação grão-grão, por exemplo soja-milho, reduz o teor de MOS no solo ao longo do tempo. Por sua vez, a rotação lavoura-pasto possibilita incrementos significativos no teor de MOS ao longo dos anos de adoção desse sistema. Outro exemplo é o estudo realizado pela Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, em que durante 13 anos de monocultivo de soja, o teor de MOS reduziu 24,4% em relação ao valor original (3,6%). Por sua vez, a inclusão de Urochloa humidicola, manejada sob cortes, aumentou continuamente o teor MOS durante os nove anos de avaliação (ensaio sob corte manual). Com o retorno da lavoura de grãos (rotação soja-milho em plantio convencional) no sistema, o teor de MOS passou a decrescer, mantendo, contudo, uma diferença em torno de 30% superior ao sistema de rotação contínua com cultivos anuais até o último ano.

Na Fazenda Santa Brígida também se produz milho para silagem – sempre em sucessão ao cultivo de soja precoce –, consorciado com braquiária (*U. brizantha*), cuja produtividade tem sido superior a 50 t ha^{-1}. O principal benefício é que após a colheita da silagem a área fica com pastagem de alta qualidade para alimentação animal durante a estação seca.

Quanto à produção animal, destaca-se a evolução da taxa de lotação média anual, que passou de 0,5 UA ha^{-1} em 2006 para 4,0 UA ha^{-1} em média no ano agrícola 2015/2016 (Tabela 1). Outro incremento importante foi na produtividade de carne, que passou de 69 kg ha^{-1} de Peso Vivo (PV) em 2006/2007 para 730 kg ha^{-1} de PV em 2015/2016, tendo sido ofertado apenas sal proteinado aos animais em pastejo. Salienta-se que o suprimento adequado de minerais somente ocorreu após a safra 2010/2011, pois anteriormente o manejo animal e das pastagens era realizado pelo método tradicional da região.

No ano agrícola 2014/2015, além da melhoria das pastagens ao longo dos anos, houve mudança na suplementação animal, que foi mantida apenas com sal proteinado, mas em quantidades ajustadas para as categorias e estação do ano. Os lotes de animais mais leves foram suplementados com 0,3% do PV na seca e 0,15% do PV nas águas. Nos lotes de animais mais pesados a suplementação foi de 0,4 % do PV, além da oferta de promotores de crescimento. A produção animal nesta última condição foi de 730 kg ha^{-1} de PV, o que significa uma produção de carne por hectare 10 vezes maior que antes da adoção do sistema (Tabela 1). Essa produção foi mantida em 2015/2016 mesmo com o comprometimento do consórcio do milho com braquiária, devido ao clima.

Benefícios sociais, educacionais e de transferência de tecnologias

Dentre os benefícios sociais, destaca-se a geração de empregos que ocorreu na Fazenda Santa Brígida, cujo quadro de pessoal até 2006 era de três vaqueiros e no ano de 2015 a fazenda contava com 16 funcionários, além de três consultores. Esta URT ILPF também atuou como uma unidade de referência para estagiários, tendo sido treinados 60 estudantes em três anos, gerando multiplicadores da tecnologia.

Além desses treinamentos, a URT Fazenda Santa Brígida possibilitou, através de inúmeros estudos, o desenvolvimento de dois novos sistemas de produção de ILP que preveem a inserção da forrageira leguminosa guandu-anão (Cajanus cajan). São eles: "Sistema Santa Brígida" (Oliveira et al., 2010) (Figura 1) e "Feno Tropical" (Silva, 2014). Algumas dissertações de mestrado foram desenvolvidas a partir desta URT ILPF, nas áreas de Produção Vegetal, com ênfase em qualidade do solo (Oliveira, 2014), e de Ciências Ambientais, com ênfase em socioecoeficiência de sistemas integrados e não-integrados, cujo trabalho síntese (Costa et al., 2014), foi premiado no congresso internacional World Resources Forum, realizado em 2014, em Arequipa, Peru.

Além disso, entre 2007 e 2015 foram realizados 17 dias de campo com a presença de um total de 5.600 participantes, de diversos segmentos da sociedade. Outros sete eventos menores, com até 70 participantes também foram realizadas de acordo com demandas específicas, incluindo gestores públicos e formadores de opinião.

Foto: Rodrigo Peixoto



Figura 1. Sistema Santa Brígida: milho consorciado com braquiária e guandu-anão, Fazenda Santa Brígida, Ipameri-GO.

Benefícios Econômicos

A partir dos custos e receitas apurados, foi possível levantar indicadores de eficiência econômica para as atividades componentes do módulo com sistema ILPF na Fazenda Santa Brígida. Este módulo tem área total de 45,6 hectares, sendo dividido em 15,75 ha para o plantio de eucalipto – iniciado em 2009, e aproximadamente 30 ha para as culturas anuais de soja (safra 2009/2010), milho consorciado com forrageira (safra 2010/2011) e pecuária de corte (em sistema de engorda) (Figura 2) introduzida no módulo integrado a partir do 3º ano (2011). A floresta plantada tem finalidade energética, com ciclo de produção de sete anos.

O componente florestal foi implantado em uma área de 15,75 ha, com renques de fileiras duplas, em espaçamento de 3 m x 1 m e 26 m entre renques, totalizando 31,5 mil mudas plantadas e densidade de 689,6 plantas ha^{-1}. O incremento médio anual (IMA) foi estimado em 15,54 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1}, que, usando-se um fator de conversão (m^3; st) de 1,4, representa uma produtividade média esperada de madeira de 21,76 st ha^{-1} ano^{-1}.



Foto: Fabiano Bastos

Figura 2. Bovinos de corte, em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, com eucalipto plantado em 2009, consorciado com pastagem de braquiária, na Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO, em 2012.

A combinação das informações técnicas de produção e dos indicadores de custos e receitas apurados por atividade componente desse sistema ILPF permitiu montar o fluxo de caixa para o empreendimento, considerando como horizonte de planejamento os sete anos que totalizam o ciclo produtivo (1ª rotação) do componente arbóreo.

No estudo de caso apresentado e considerando o cenário postulado (custos e preços de 2012), todos os indicadores de viabilidade econômica mostram-se satisfatórios, conforme demonstram os dados da Tabela 2. O Valor Presente Líquido (VPL) foi positivo e o Valor Presente Líquido Anualizado ou Valor Anual Equivalente (VPLA ou VAE) ficou próximo de R$ 25.000,00, o que significa, em caso de opção individual de projeto de investimento, a decisão de aceitação do mesmo. A relação Benefício/Custo (B/C) ficou em 1,86 indicando que o projeto produz 1,86 unidades de benefício para cada unidade de custo. Este indicador é equivalente à decisão anterior de aceitação do projeto por ser economicamente viável. A Taxa Interna de Retorno (TIR) ficou muito acima da taxa de investimento de mercado (10% a.a.) em 49,31%, o que representa uma boa rentabilidade econômica para o projeto de investimento. Além disto, o índice de lucratividade foi de 2,91, indicando que para cada R$ 1,00 investido no empreendimento o retorno econômico é de R$ 2,91.

Tabela 2. Fluxo de caixa e resultados econômicos das atividades agrossilvipastoris no módulo de sistema ILPF da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO*

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7
Custo de implantação da floresta (1º ano)	R$ 33.591,00	-	-	-	-	-	-
Custo de manutenção da floresta (2º ao 6º ano)	-	R$ 866,80	R$ 866,80	R$ 866,80	R$ 866,80	R$ 866,80	-
Custo anual da terra (arrendamento)	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14	R$ 2.345,14
Custo das culturas anuais (soja e milho) (1º e 2º anos)	R$ 30.354,60	R$ 54.666,00					
Custo com o gado (3º ao 7º ano)	-	-	R$ 5.958,00	R$ 5.243,04	R$ 4.607,52	R$ 4.051,44	R$ 3.495,36
Custo Total	**R$ 66.290,74**	**R$ 57.877,94**	**R$ 9.169,94**	**R$ 8.454,98**	**R$ 7.819,46**	**R$ 7.263,38**	**R$ 5.840,50**
Receita das culturas anuais (soja e milho) (2º e 3º ano)	-	R$ 50.400,00	R$ 114.840,00	-	-	-	-
Receitas com o gado (3º ao 7º ano)	-	-	R$ 27.580,50	R$ 24.270,84	R$ 21.328,92	R$ 18.754,74	R$ 16.180,56
Receita com a madeira e subprodutos (7º ano)	-	-	-	-	-	-	R$ 85.444,34
Receita Total (Anual)	**R$ 0,00**	**R$ 50.400,00**	**R$ 142.420,50**	**R$ 24.270,84**	**R$ 21.328,92**	**R$ 18.754,74**	**R$ 101.624,90**
Saldo Líquido Total (Anual)	**-R$ 66.290,74**	**-R$ 7.477,94**	**R$ 133.250,56**	**R$ 15.815,86**	**R$ 13.509,46**	**R$ 11.491,36**	**R$ 95.784,40**
Receita Total do empreendimento	**R$ 358.799,90**						
Custo Total do empreendimento	**R$ 162.716,96**						
Receita Líquida Total do empreendimento	**R$ 196.082,94**						
Resultado líquido médio/ha/ano	**R$ 614,29**						
VPL	**R$ 126.919,72**						
VPLA ou VAE	**R$ 25.006,59**						
B/C	**1,86**						
TIR	**54,24%**						
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	**2,91**						

*custos e preços de 2012.
Fonte: Teixeira et al. (2012).

O presente estudo de caso demonstrou a eficiência e a viabilidade econômica do empreendimento, contribuindo para ampliar as informações sobre esta solução tecnológica, especialmente no âmbito de suas vantagens econômicas. Ressalta-se que a análise realizada foi pontual e considerou um cenário determinístico, com parâmetros medidos e outros estimados (dado que o ano de 2012 é o 4º ano do empreendimento), mas que pode ser útil como uma primeira aproximação dos resultados econômicos do empreendimento de ILPF em estudo.

Considerações finais

A URT ILPF Fazenda Santa Brígida tem sido local de inúmeros estudos, com uma equipe nuclear sólida ao longo desses nove anos e também com participação pontual de outros profissionais, de acordo com a dinâmica de equipes nas diferentes instituições parceiras. Um primeiro estudo de caso desta URT foi publicado em 2013 (Oliveira et al., 2013), com mais detalhes da fazenda e da parceria, e informações de produtividades até o ano de 2012. O presente estudo de caso, além de ser um resumo do trabalho nesta URT, com inclusão de parceiros, é uma atualização que inclui informações de 2013 a 2015. Esta versão resumida e atualizada permitiu corroborar a anterior, uma vez que se observou melhoria contínua no solo e nas produtividades vegetal e animal na Fazenda Santa Brígida.

Agradecimentos

Os autores agradecem à proprietária Marize Porto Costa e à Rede de Fomento ILPF.

Referências

BALBINO, L. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. da **Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta URT iLPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

COSTA, M. P.; OLIVEIRA, S. A.; CIRILO, F.; MEDEIROS, G. de. Eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop, forestry and livestock production systems in the brazilian Cerrado. In: WORLD RESOURCES FORUM, 2014, Arequipa. **Proceedings**... Gallen, Switzerland: World Resources Forum, 2014.

OLIVEIRA, A. M. E. **O solo sob o sistema de produção Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no sudeste de Goiás: propriedades químicas e avaliação de impacto ambiental**. 2014. 38 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, Ipameri.

OLIVEIRA, P. de; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C. e; VILELA, L.; BALBINO, L. C. **Evolução de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)**: estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 318).

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida - Tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 88).

SILVA, A. da. **Consórcio de guandu-anão com *Urochloa ruziziensis* para produção de feno tropical**. 2014. 40 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, Ipameri.

TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C. e; VILELA, L.; BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M. Viabilidade econômica da integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf): estudo de caso em Ipameri-GO. **Sociedade e Desenvolvimento Rural**, v. 6, n. 2, set. 2012.



Luis Alfonso Giraldo Valderrama

Capítulo 48

Sistemas silvipastoris na Colômbia*

Luis Alfonso Giraldo Valderrama

* Tradução livre da língua espanhola para a língua portuguesa realizada por Davi J. Bungenstab com consentimento do autor. Para acesso ao texto original em espanhol, favor contatar os editores.

Introdução

A localização geográfica da Colômbia no cinturão intertropical, faz dela um dos locais mais ricos em recursos hídricos, ecossistemas e espécies, pois com menos de 1% da superfície do planeta, abriga cerca de 10% de suas espécies de fauna e flora.

A Colômbia, com uma extensão de 1.141.748 quilômetros quadrados, possui um rebanho de quase 21 milhões de bovinos. A divisão administrativa do país por departamentos mostra que destes, Antioquia possui 11,3%, Córdoba 9,0%, Casanare com 8,1%, Meta com 7,1%, Cesar com 6,6% Caquetá (6%), Magdalena (6%), Cundinamarca (5%) e Arauca (5%) que agrupam 70% da população nacional total com participação no rebanho nacional (Colômbia, 2013). Esse rebanho bovino ocupa o terceiro lugar na América do Sul, depois do Brasil e da Argentina. Nas Américas, ocupa o quinto lugar, de acordo com esse inventário.

O país possui uma grande variedade de zonas climáticas, variando do nível do mar às regiões de páramo (desertos andinos), o que permite a exploração de diferentes raças bovinas que produzem carne, leite e dupla finalidade (carne e leite). Essa atividade pecuária é considerada a atividade econômica agrícola com maior presença no país, ocupando 80,3% do território nacional, em contraste com as culturas agrícolas que ocupam 7,3%, as florestas 10,3% e outros usos com 2,1%. O setor agropecuário do país, nas últimas décadas, continua tendo grande importância relativa no contexto da economia nacional. Com base nos dados estatísticos publicados pelo Departamento Nacional de Estatística, estima-se que, embora o gado bovino na Colômbia participe com pouco menos de 3,6% do Produto Interno Bruto Nacional (PIB), ele representa 27% do PIB agrícola e pecuário e 64% do PIB da pecuária, indicando a importância econômica dessa atividade produtiva no setor agrícola do país.

Dos 30,4 milhões de hectares atualmente destinados à pecuária (Colômbia, 2013), apenas 10,4 milhões estão alocados adequadamente. Calculando-se as diferenças de uso pode-se inferir que, dos 19 milhões de hectares restantes, 10 devem ser dedicados ao setor florestal e 9 à agricultura. Levando em consideração o que aqui foi exposto, o Plano Estratégico da Pecuária 2019 propôs a meta de devolver 10 milhões de hectares à natureza (Federación Colombiana de Ganaderos, 2006). Para conseguir isso, é necessário "intensificar" os sistemas de produção, a fim de obter maior produtividade por unidade de área para atender à demanda de proteína animal da população em crescimento.

Por outro lado, na Colômbia, 70% da pecuária bovina está sob sistemas de produção extensivos, caracterizados por baixa eficiência no uso da terra, juntamente com grande deterioração ambiental devido a problemas como o desmatamento, queima, erosão, perda de biodiversidade e desigualdade social, fatores que fizeram com que a pecuária bovina seja vista como um setor produtivo que compromete a sustentabilidade ecológica (Mahecha et al., 2002).

O rebanho bovino colombiano é alimentado basicamente em condições de pastejo, com uma grande variedade de gramíneas que compõem as pastagens, que ocupam cerca de 20 milhões de hectares (Colômbia, 2013). Mas o acesso à terra e os padrões de uso da terra estão condicionando o antagonismo entre vocação e uso da terra, uma vez que "pelo

menos 60% da terra com vocação agrícola é usada para pecuária extensiva" (Federación Colombiana de Ganaderos, 2006).

O departamento da Colômbia com o maior rebanho bovino da é Antioquia, cuja quantidade foi estimada em 2,6 milhões de cabeças, das quais cerca de 500 mil (18%) são animais em sistemas especializados para produção de leite: 1,34 milhões estão em sistemas de dupla finalidade (50,7%) e cerca de 828 mil animais (31,3%) em sistemas de produção de carne. Esses sistemas ocupam aproximadamente 2,6 milhões de hectares dedicados ao pastoreio, mas apenas 17% desses tem potencial de uso para pecuária (Anuario Estadístico Agropecuario, 2013), evidenciando um conflito entre o uso atual da terra e seu potencial.

Os sistemas de pecuária de corte e de dupla finalidade estão localizados em áreas de clima quente abaixo de 1600 mde altitude, tanto em solos de baixa fertilidade quanto de melhor fertilidade nos vales inter-andinos. Esses sistemas dependem fortemente de recursos forrageiros, que apresentam limitações nutricionais que restringem os índices de produtividade dos animais. O baixo teor de proteína das gramíneas tropicais durante o ano, mas especialmente durante a estação seca durante o verão, é uma limitação importante para o funcionamento do rúmen e, portanto, da produtividade animal em sistemas de produção baseados em forrageiras.

Nessas áreas tropicais existe uma grande diversidade de recursos forrageiros para a alimentação animal, que se manifesta por um alto número de plantas vasculares por unidade de área, predominantemente pastagens do gênero *Brachiaria* (*decumbens*, *humidícola* e *brizantha*) principalmente, além dos gêneros *Panicum maximus* (cv Tanzânia e Mombasa), *Dichantium* e *Hyparrenhia*, associados a um grande número de leguminosas herbáceas nativas, principalmente do gênero *Desmodium* sp, Centrosema e outros.

Por outro lado, os sistemas de produção de leite especializados em Antioquia, Cundinamarca, Boyacá e Nariño estão localizados na zona andina, com altitudes superiores a 1880 m acima do nível do mar, com raças especializadas (Holstein e Jersey) e dupla finalidade (Normando Pardo Suíço, entre outros), cuja alimentação é baseada principalmente no consumo de forragem de capim kikuyo (*Pennisetum clandestinum* 1669), Azevém (*Lolium multiflorum*) e Erva-lanar (*Holcus lanatus*). Apesar disso, os sistemas de alimentação nas fazendas de gado para produção de leite são baseados principalmente no uso de algumas poucas espécies de gramíneas forrageiras. Da mesma forma, o pouco uso de árvores e arbustos forrageiros nesses sistemas de produção é mais evidente.

Além disso, essas explorações tanto de clima quente quanto frio surgiram após o corte e queima das florestas andinas altas ou de nevoeiro, resultando em agroecossistemas com baixa cobertura arbórea e solos desprotegidos, tornando essas áreas especialmente suscetíveis à erosão. Além disso, a produção de leite de maneira tradicional implica alto uso de fertilizantes e agroquímicos, o que causa problemas ambientais, além de aumentar os custos de produção e reduzir sua competitividade.

Tendo em vista essas características na zona andina ou de alta altitude, os níveis de produção são altos, mas a lucratividade diminuiu significativamente nos últimos

anos, devido em grande parte ao aumento dos custos de suplementos alimentares concentrados, seu uso indiscriminado e o uso de níveis crescentes que influenciaram na redução da competitividade (Holmann et al., 2003).

Uma estratégia para aumentar o uso da diversidade forrageira é o uso de consorciação de diferentes forragens, incluindo árvores e arbustos adaptados às condições edafoclimáticas das zonas de clima quente e frio nas regiões andinas. Na busca por sistemas de produção mais sustentáveis, tanto biológica quanto economicamente, os sistemas silvipastoris (SSP) são uma alternativa de curto e longo prazo. A introdução de árvores em pastagens, além de oferecer forragens de boa qualidade aos animais, principalmente se forem leguminosas, tem o potencial de aumentar a produção animal (tanto de carne quanto de leite), podendo ser usada como barreiras quebra-ventos, cercas vivas, controladores de erosão e melhoradores da fertilidade do solo. Além disso, oferecem outros produtos, como lenha, madeira, frutas e geram serviços ambientais, como fixação de carbono no solo e a menor emissão de metano entérico do gado. Eles também aumentam a diversidade biológica e ajudam a conservar as fontes de água, fornecendo renda adicional ao produtor e gerando maior estabilidade econômica (Giraldo, 2000).

O Plano de Desenvolvimento da Pecuária para 2019 na Colômbia (Federación Colombiana de Ganaderos, 2006) propõe a propagação de sistemas silvipastoris em algumas áreas do país dedicadas à pecuária. Para atingir esse objetivo, é necessário realizar pesquisas e avaliações que visem gerar conhecimento sobre o comportamento biológico, produtivo e econômico dos diferentes sistemas silvipastoris, com uma grande variedade de espécies com potencial forrageiro ou madeireiro e em diferentes arranjos, o que permitam uma gestão eficiente desses sistemas.

Com base nesse contexto, este capítulo tem como objetivo caracterizar e quantificar diferentes arranjos em sistemas silvipastoris (SSP) na Colômbia, com o potencial de aumentar a produção de bovinos para carne e leite em várias condições agroecológicas, de solo e de topografia. É uma proposta de reconversão da pecuária, melhoria e/ou persistência e sustentabilidade biofísica e econômica de fazendas de pecuária em diferentes regiões dos altos e baixos trópicos da Colômbia, especialmente no departamento de Antioquia, considerado pioneiro na implementação destes no país. Também se discute a quantificação do sequestro de carbono e seu potencial para formular projetos sob o esquema do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), dentro do Protocolo de Kyoto (PK) e as emissões entéricas de metano pela pecuária com o fim de se obter um balanço de gases de efeito estufa da pecuária de corte e leite no país.

Antecedentes.

Na Colômbia já são mais de quinze anos que instituições como a Universidade Nacional da Colômbia, sede de Medellín, Corpoica, o Centro de Pesquisa em Sistemas Sustentáveis de Produção Agrícola, Universidade de Nariño, Universidade de Caldas e as Empresas Autônomas Regionais do país, entre outras, iniciaram um processo sistemático, sustentado e documentado de geração de conhecimento e desenvolvimento tecnológico com sistemas silvipastoris de qualidade para a pecuária colombiana. Para avaliar biológica, ambiental e economicamente foram implementados diferentes sistemas silvipastoris

(SSPs) em diferentes departamentos do país, com arranjos variados e em diversas situações edáficas, climáticas, de altitude e socioeconômicas. Nesses sistemas se tem avaliado sistematicamente durante vários anos a produção animal e a geração de alguns serviços ambientais e suas possibilidades econômicas.

O departamento de Antioquia possui o maior rebanho de gado da Colômbia, mas apresenta um alto conflito no uso da terra (PLAN DE DESARROLLO DE ANTIOQUIA, 2012), devido ao terreno predominantemente íngreme, de baixa fertilidade, com manejo inadequado do solo e pastagens manifestados pelo uso de altas pressões de pastejo, que resultam em pastoreio excessivo com destruição da cobertura vegetal, voçorocas, compactação do solo e perda de biodiversidade em agroecossistemas pastoris; nesse departamento, vários SSPs foram implementados, sob diferentes condições edafoclimáticas, que foram sistematicamente avaliadas por vários anos (Figura 1.)

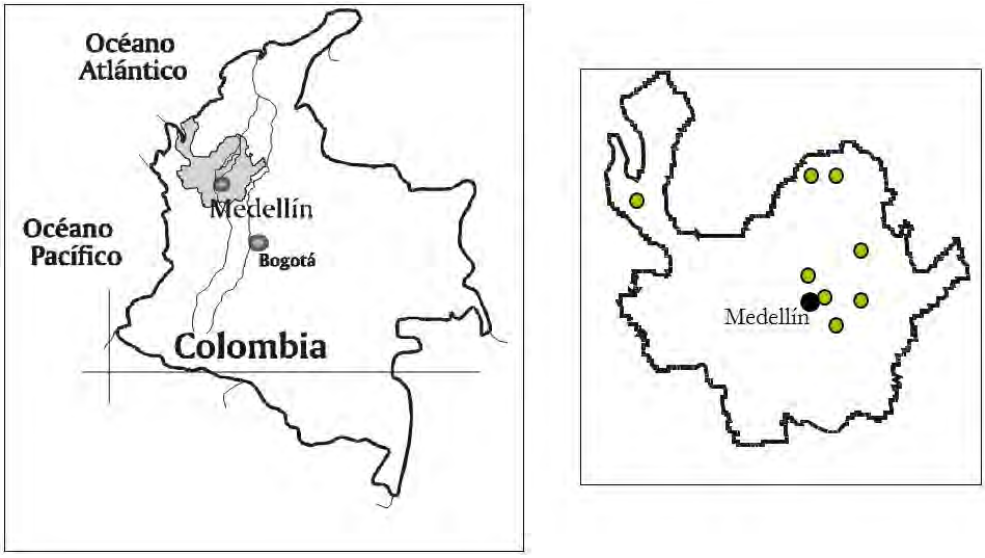


Figura 1. Localização geográfica dos locais de implementação de sistemas silvopastoris em Antioquia, Colômbia.

Os sistemas silvipastoris (SSP), que incorporam árvores e arbustos nos sistemas de produção pecuária, são uma estratégia que responde aos objetivos da reconversão da pecuária que envolve aumentos de produtividade e competitividade, redução de custos de produção, eficiência produtiva dos recursos naturais e produção animal mais amigável ao ambiente. Além disso, seu uso contribui para neutralizar os impactos ambientais negativos dos sistemas tradicionais (devido ao maior sequestro de carbono e à redução das emissões de metano e óxido nitroso). O manejo da pecuária com SSPs é um mecanismo para a diversificação da renda do produtor, gerando novos produtos e renda adicional, reduzindo a dependência de insumos externos e intensificando o uso da terra, sem diminuir seu potencial produtivo a longo prazo.

Por meio de um processo técnico de avaliações técnicas anteriores realizadas no país, ficou evidente que o gênero de árvores leguminosas Acácia, tanto Acacia decurrens quanto

Acacia melanoxillum, têm um alto potencial para o desenvolvimento e implementação de SSP em áreas de clima frio ou de altura da região andina com clima frio na Colômbia, devido à sua boa adaptação edafoclimática, desempenho agronômico e produtivo. Por isso foram plantados diferentes SSPs em diferentes locais no departamento de Antioquia, Colômbia (Tabela 1.). Em todos os locais, a pastagem predominante é composta pelo capim Kikuyo (Pennisetum clandestinum), com excelente adaptação às áreas climáticas e edáficas do clima frio ou da região andina da Colômbia.

Tabela 1. Diferentes locais, altitudes, arranjos (espécies) e densidades de plantio de SSP implementadas em trópicos de altura em Antioquia, Colômbia.

Local (Município)	Altitude (masl)	Arranjos silvipastoris (Árvore + pastagem)	Densidade (# árvores / Ha)
Marinilla	2096	*Acacia decurrens + P. clandestinum*	400 (BD) *
Santuário	2150	*Acacia melanoxillum + P. clandestinum*	1111 (AD) *
Belmira	2503	*Acacia decurrens + P. clandestinum*	1111 (AD) - 407 (BD)
Santa Elena	2538	*Acacia decurrens + P. clandestinum*	625 (AD) - 278 (BD)

* AD = Alta densidade e BD = Baixa densidade.

Nas regiões de pecuária de Antioquia, que são áreas baixas ou de menor altura acima do nível do mar, onde predominam os sistemas de dupla finalidade (carne e leite) e carne, a leguminosa acácia (*Acacia mangium*), está bem adaptada a solos ácidos, a madeireira e forrageira chamada mutambo (*Guazuma ulmifolia*) apresenta excelente desempenho em solos de baixa a média fertilidade e a árvore arbustiva leucaena (*Leucena leucocephala*) apresenta boa adaptação às condições de solos pouco ácidos e de fertilidade moderada, podem ser associadas a espécies estoloníferas de alta cobertura, como a braquiária (*B. humidícola* e *B. arrecta*) (Tabela 2); bem como a gramínea naturalizada Jaraguá (*Hyparrenia ruffa*) e, em outros casos, pastagens introduzidas como capim-guiné (*Megathyrsus maximus*), com as cultivares Mombasa e Tanzânia.

Tabela 2. Locais de implementação de SSP, altitude, associação e densidade de árvores em áreas dos trópicos baixos de Antioquia, Colômbia.

Local (Município)	Altitude (masl)	Arranjos silvipastoris (Árvore + pastagem)	Densidade (# árvores / Ha)
Caucasia 1	50	*Acacia mangium + Brachiaria humidícola*	160 (AD) * - 40 (BD)
Caucasia 2	30	*Acacia mangium + Hyparrenia ruffa*	160 (AD) * - 40 (BD)
SJ del Nus	25	*Leucaena leucocephala + Hyparrenia ruffa*	1110 (AD) - 400 (BD)
Carepa	40	*Guazuma ulmifolia + Brachiaria arrecta*	1110 (AD) - 400 (BD)

* AD = Alta densidade e BD = Baixa densidade.

A implementação de sistemas silvipastoris (SSP) nas regiões de clima quente de Antioquia tem um alto potencial e oportunidade devido à grande variedade de condições de ordem biofísica, edafoclimática e socioeconômica, uma vez que são utilizadas as relações estabelecidas entre a produção animal e o componente arbóreo (com novas espécies promissoras e tradicionais utilizadas, como madeira, forragem e uso múltiplo), a fim de aprimorar a produção pecuária com novos produtos, melhorar sua qualidade, gerar

serviços ambientais e reduzir custos de produção, substituindo o uso de insumos agrícolas externos ao sistema de produção, entre outros.

Efeitos da intensidade da luz na produção de biomassa sob pastejo em SSP na Colômbia

Reconhece-se que as árvores exercem efeitos nas gramíneas que crescem sob o dossel das árvores nos sistemas silvipastoris, devido à competição pela luz e pelo espaço. Esses efeitos dependem da densidade das árvores, da forma do dossel, da arquitetura e do tamanho das folhas, que influenciarão a quantidade de luz que penetra no dossel das árvores, o que tem efeitos positivos ou negativos no componente herbáceo que cresce sob sua sombra.

As árvores perenes no SSP geralmente têm seu dossel acima das espécies forrageiras, consumidas pelos animais para que, quando crescem no mesmo terreno, as primeiras interfiram na passagem da radiação luminosa para o estrato herbáceo. O inverso pode ocorrer nos estágios iniciais do estabelecimento de árvores perenes, principalmente se combinadas com espécies de gramíneas ou pastagens herbáceas de crescimento rápido e ereto ou com leguminosas de crescimento entrelaçado. Para evitar tais problemas, o estabelecimento de pastagens é frequentemente adiado até que as árvores atinjam uma altura de modo que possam funcionar como espécies dominantes na forragem, ou o controle da competição seja intensificado por meio de controles mecânicos, como desramas frequentes.

Em sistemas silvipastoris localizados em locais de clima frio (Tabela 3) com a leguminosa arbórea A. decurrens associada a Pennisetum. clandestinum (Belmira e Santa Elena) ou Acacia. melanoxillum associada a P. clandestinum (Santuário) em diferentes tratamentos de alta e baixa densidade de árvores, em pastagens com árvores, a intensidade da luz que penetra no dossel das árvores é menor em comparação com a quantidade de luz recebida por um pasto sem árvores (tratamento testemunha). Fatores que têm efeitos importantes na vegetação que cresce sob o dossel das árvores e nos parâmetros fisiológicos dos animais que pastam em pastagens em arranjos silvipastoris. Esses parâmetros fisiológicos têm a ver com a frequência cardíaca e respiratória, a temperatura corporal dos animais e seu nível de consumo de forragem no pasto e, adicionalmente, o efeito sobre os parâmetros produtivos (produção de leite e/ou ganho de peso vivo).

As avaliações realizadas em vários locais de Antioquia, com vários arranjos de SSP implantados (Tabela 3), mostram que nos locais de clima frio, ou zona andina (acima de 2000 metros acima do nível do mar), os rendimentos de forragem da pastagem sofrem em todos os locais de clima frio, dependendo da densidade de árvores no SSP (sendo mais perceptível em alta densidade) e explicados pela menor temperatura e alta nebulosidade das regiões andinas, afetando as taxas de crescimento de onde predomina o capim kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Além disso, se evidencia o efeito da menor intensidade de luz recebida pelo pasto Kikuyo nas altas densidades da árvore Acacia nas localidades Marinilla, Belmira e Santa Elena e com as árvores da leguminosa arbórea Acacia melanoxillum em Santuário.

Tabela 3. Rendimentos de biomassa de pastagem, intensidade de luz recebida pela pastagem e proporção de plantas lenhosas em diferentes sistemas de pecuária os trópicos altos de Antioquia, Colômbia.

Local Idade: (meses)	Sistema pecuário	Biomassa pastagem (kg MS / Ha)	Intensidade Luminosa na copa (Lux)*	Plantas lenhosas (%)
Marinilla 18 m	SSP (BD)	1940 b	926 b	6.2 b
	CONTROLE	2125 a	1937 a	4.1 a
Santuário 18 m	SSP (AD)	2126 b	708 b	7.9 a
	CONTROLE	2523 a	1081 a	7.7 a
Santa Elena 24 m	SSP (AD)	1852 c	559 b	6.3 b
	SSP (BD)	2835 b	892 a	2.1 a
	CONTROLE	3671 a	964 a	2.4 a
Belmira 24 m	SSP (AD)	1952 b	1256 b	10.8 b
	SSP (BD)	3109 a	1428 b	8.5 a
	CONTROLE	3613 a	1638 a	7.4 a

*1 Lux = Densidade do fluxo luminoso, expressa em Jul / m^2xS. Tempo de amostragem 12 md por 7 dias. a, b, c na coluna diferem P <0,05. CONTROLE: Sistema controle, sem árvores.

Além disso, a densidade de árvores silvipastoris em locais de clima frio ou alto na área andina da Colômbia afeta o grau de infestação de ervas daninhas do pasto, mostrando que, à medida que aumenta a densidade de árvores de ambas as acácias, diminui a intensidade de luminosidade que recebe a vegetação sob o dossel das árvores, aumentando a presença de ervas daninhas ou arbustos lenhosos no sistema de pastagem. Isso é explicado pelas menores necessidades de radiação solar para alcançar a saturação de luz que têm as espécies vegetais de via metabólica fotossintética do tipo C3 (Sanderson, et al., 1997), uma vez que o principal fator limitante para o crescimento de pastagens em sistemas silvipastoris é o nível de sombra exercido por árvores e arbustos (Shelton et al., 1987).

Em geral, a intensidade da luz que penetra através do dossel das árvores nos sistemas silvipastoris é menor, comparada à quantidade de luz recebida por um pasto ou piquete sem árvores, tanto em clima frio quanto nos trópicos (Tabela 3), como em áreas de planície ou clima quente (Tabela 4).

Tabela 4. Rendimento de biomassa da pastagem, intensidade de luz que penetra no dossel de árvores e porcentagem de plantas lenhosas em diferentes sistemas de pecuária nos trópicos baixos de Antioquia, Colômbia.

Local Idade: (meses)	Tipo de sistema	Biomassa pastagem (kg MS / Ha)	Intensidade Luminosa na copa (Lux)*	Plantas lenhosas (%)
Caucasia 1 24 m	SSP (AD)	2321 a	765 b	1.7 a
	SSP (BD)	2511 a	1548 b	2.5 b
	CONTROLE	2197 a	2340 a	1.3 a
Caucasia 2 24 m	SSP (AD)	1939 a	1643 c	13 a
	SSP (BD)	2491b	3430 b	13 a
	CONTROLE	2133a	3762 a	10 a

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Local Idade: (meses)	Tipo de sistema	Biomassa pastagem (kg MS / Ha)	Intensidade Luminosa na copa (Lux)*	Plantas lenhosas (%)
San José del Nus 24 m	SSP (AD)	3332 b	956 b	19.5 b
	SSP (BD)	3634 a	1103 a	16.4 a
	CONTROLE	3007 c	1354 a	15.2 a
Carepa 24 m	SSP (AD)	2725 b	729 b	15.5 b
	SSP (BD)	3273 a	731 b	15.8 a
	CONTROLE	3814 a	1324 a	11.8 a

*1 Lux = Densidade do fluxo luminoso, expressa em Jul / m2xS. Tempo de amostragem 12 m por 7 dias. a, b, c na coluna diferem P <0,05. CON: Sistema controle, sem árvores..

Em termos gerais, o sombreamento tem um efeito mais acentuado na taxa de crescimento de plantas forrageiras com ciclo fotossintético do tipo C4 (gramíneas tropicais) do que o tipo C3 (gramíneas temperadas e leguminosas), Sanderson et al., (1997); No entanto, a magnitude do sombreamento depende do número de árvores por unidade de área, da altura que atingem, bem como da arquitetura e fenologia que caracteriza as espécies arbóreas (Tabelas 3 e 4). Esses aspectos têm efeitos importantes na vegetação que cresce sob o dossel das árvores e nos parâmetros fisiológicos dos animais que pastejam em áreas com arranjos silvipastoris.

Efeitos sobre a composição química e a qualidade nutricional da pastagem em SSP na Colômbia.

O sombreamento também afeta a qualidade nutricional das forragens, mas em alguns casos esses efeitos podem ser mediados por alterações anatômicas ou morfológicas pelas quais as plantas sofrem (por exemplo, espessamento da epiderme, alongamento das hastes). Em vários ensaios com gramíneas, foram detectados aumentos no teor de proteína bruta e diminuição no teor de carboidratos não estruturais (açúcares e amidos), como interferência na passagem da luz solar que afeta o pasto (Wilson, 1982; Pezo, 1987; Zelada, 1996)

O sombreamento causado pelas árvores afeta a composição química e a qualidade nutricional das forragens de forma diferenciada e dependendo da espécie presente no pasto. No caso colombiano, esse efeito é positivo, pois a composição química de uma forragem, especialmente de seus componentes celulares, muda quando é modificada a intensidade da luz que a forragem recebe em sistema silvipastoril. Ao variar a composição química, o valor nutricional e a palatabilidade da forragem consumida pelos animais também são modificados. Em situações de trópicos de altura ou área andina da Colômbia, com altitudes acima de 2000 metros acima do nível do mar, as pastagens kikuyo (Pennisetum clandestinum) aumentam seu conteúdo de proteína bruta, quando crescem sob o dossel de árvores leguminosas de Acacia decurrens e Acacia melanoxillum , da mesma forma forragem oferecida aos animais de raça holandesa, produtores de leite, diminui o conteúdo da parede celular (FDN e FDA), aumentando a digestibilidade da forragem (Tabela 5).

Tabela 5. Proteína, parede celular e digestibilidade de forragens de pasto kikuyo (P. clandestinum), em diferentes sistemas de criação de animais nos trópicos de altitude em Antioquia, Colômbia.

Local	Sistema pecuário	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DISMS (%)
Marinilla	SSP (BD)	13.5 a	64.3 a	39.4 a	63.7 a
	CONTROLE	10.7 b	63.5 a	36.4 b	64.2 a
Santuário	SSP (AD)	14.9 a	67.5 b	32.4 a	59.9 a
	CONTROLE	12.4 b	70.9 a	30.9 a	62.5 a
Santa Elena	SSP (AD)	16.4 a	66.3 a	35.3 a	62,0 a
	SSP (BD)	14.1 b	66.9 a	34.8 a	62.4 a
	CONTROLE	14.7 b	67.5 a	32.1 b	60.4 a
Belmira	SSP (AD)	15.1 a	68.8 b	31.8 b	59 b
	SSP (BD)	10.6 b	71.6 b	32.2 a	50.9 a
	CONTROLE	10.2 b	71.4 a	30.3 a	51.5 a

a, b, c na coluna diferem P <0,05. CONTROLE: Sistema controle, sem árvores.

A sombra das árvores, atenuando a intensidade da luz e a temperatura foliar das plantas, também modifica o teor de proteína bruta das forragens tropicais (Pezo e Ibrahim, 1998).

Tabela 6. Proteína, parede celular e digestibilidade de forragens de várias espécies, em diferentes sistemas de criação de animais nos trópicos de baixos em Antioquia, Colômbia.

Local (Tipo de pastagem)	Sistema pecuário	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DISMS (%)
Caucasia 1 (*Brachiaria humidícola*)	SSP (AD)	6,8 a	76.2 b	40.5 a	64.5 a
	SSP (BD)	7.4 a	77.9 a	40.6 a	62.3 b
	CONTROLE	5.9 b	78.5 a	40.5 a	61,0 b
Caucasia 2 (*Hyparrenia ruffa*)	SSP (AD)	11.4 a	66.3 b	38.3 a	65.6 a
	SSP (BD)	10.7 a	66.9 b	36.7 a	62.3 b
	CONTROLE	9.0 b	67.5 a	30.1 b	61,0 b
SJ del Nus (*Hyparrenia ruffa*)	SSP (AD)	6.4 a	73.3 a	58,0 b	46.1 a
	SSP (BD)	5.6 b	72.5 b	53.4 a	46.8 a
	CONTROLE	5.3 b	74.9 a	49.6 a	42.3 b
Carepa (*Brachiaria arrecta*)	SSP (AD)	8.6 a	71.6 b	41.3 a	55.6 b
	SSP (BD)	6.7 b	71.4 b	39.1 b	58.5 a
	CONTROLE	5.1 b	73.9 a	38.3 b	51.6 c

a, b, c na coluna diferem P <0,05. CONTROLE: Sistema controle, sem árvores.

Assim, em condições de trópicos baixos (clima quente) em Antioquia, Colômbia, sob diferentes tipos de arranjos silvipastoris, as porcentagens de proteína bruta das gramíneas que crescem sob o dossel das árvores são maiores, em comparação com a forragem que cresce em pleno sol. Os constituintes da parede celular (FDN) e da FDA, bem como a digestibilidade, da matéria seca mudam positivamente, mas essas modificações são mais acentuadas em zonas de trópicos baixos, em comparação com locais tropicais de altura no clima andino (Tabela 6)

Trabalhos realizados por Daccarett e Blyndestein (1986), verificaram que a grama estrela (Cynodon nlemfuensis) associada a árvores de Murungú (*Eritrhyna poeppigiana*) tinha 8,4% de PB, enquanto a mesma grama em pleno sol tinha 6% de concentração de PB. Por outro lado, em situações de sombreamento moderado, maiores concentrações de nitrogênio foram obtidas na forragem de pastagens que crescem à sombra das árvores em relação às não sombreadas (Belsky et al., 1993).

No entanto, dados relatados em outros testes realizados na Austrália e Costa Rica não foram consistentes nos resultados obtidos em relação ao efeito da diminuição da radiação luminosa recebida pelas pastagens sob o dossel das árvores sobre o conteúdo e composição de carboidratos estruturais, digestibilidade e consumo pelo gado (Sanderson et al., 1997). Assim, Deinum e Dirven (1974) e Wilson (1982) postulam que a sombra afeta negativamente a digestibilidade, enquanto Kephart e Buxton (1993) e Zelada (1996) encontraram o efeito oposto, outros autores (Samarakoon et al., 1990; Norton et al. 1991) não detectaram efeitos significativos. Essas diferenças poderiam ser devidas aos efeitos diferenciados pelo tipo de sombra na folhagem das pastagens, pelos efeitos da densidade de plantio, arranjo silvipastoril, tipo e idade das pastagens, época do ano (verão, inverno), entre outras causas.

Manejo silvipastoril e seus efeitos sobre a carga animal

Nos sistemas silvipastoris, os bovinos obtém uma proporção significativa dos nutrientes de que necessitam das pastagens, árvores e/ou arbustos que desfolham. Ao mesmo tempo, no ato de pastorear, os animais afetam diretamente as pastagens, tanto pelo desfolhamento seletivo que exercem, quanto pelo pisoteio (Pearson; Ison, 1987).

Um dos componentes mais importantes do manejo do sistema silvipastoril, quando o animal está envolvido, é a intensidade de pastejo. Isso se refere ao grau em que as plantas oferecidas como componentes do silvopastoril são desfolhadas pelos animais. As duas variáveis mais importantes que definem a intensidade de pastejo são a carga animal e a pressão de pastejo. A primeira é o número de animais por unidade de área, durante uma unidade de tempo, que geralmente é de um ano e é expresso normalmente em unidades de animais por hectare (AU / Ha) ou unidades de gado adulto por hectare (UGA / Ha), mas para sua determinação real, a disponibilidade ou o fornecimento de forragens (MS / Ha), Giraldo, (2015) devem ser levados em consideração.

Por outro lado, uma medida de eficiência produtiva na pecuária é a quantidade de produto (carne e / ou leite) por área (unidade de medida por hectare, ha) produzida, que determina em última análise a interação do animal com o pasto e quantifica a eficiência do processo de pastejo devido ao efeito do animal, exercido pelo consumo seletivo do gado em condições de manejo do pastejo (Giraldo, 2015).

Para os trópicos de altura ou zona andina da Colômbia, na tabela 7 são mostrados incrementos na carga animal, em sistemas silvipastoris, os quais variam entre 39 e 17%, dependendo do local, tipo de arranjo do sistema silvipastoril e a densidade de árvores,

bem como o peso vivo dos animais ao se considerar a Unidade Animal (UA), uma vez que uma vaca holandesa adulta com 555 kg de peso vivo não consome ou compacta o solo na mesma magnitude que um outro animal de 420 kg. É importante mencionar que quanto às espécies florestais incluídas nas espécies silvipastoris, sejam elas arbustos ou leguminosas herbáceas, os aumentos na biomassa em oferta seriam maiores, o que implicaria maior potencial de carga animal no SSP.

Tabela 7. Capacidade de carga animal (UA/ha) e incrementos (%) na carga animal, com diferentes sistemas silvipastoris nos trópicos altos de Antioquia, Colômbia.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Carga animal (UA / Ha) *
Marinilla (*Pennisetum clandestinum* + *Acacia decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	2,6
	Silvopastoril (árvores BD-400 / Ha)	3,2 (23%)
Santuário (*Pennisetum clandestinum* + *Acacia. Melanoxillum*)	Controle (tradicional sem árvores)	2,5
	Silvopastoril (árvores BD-407 / Ha)	3,0 (20%)
Santa Elena (*Pennisetum clandestinum* + *Acacia decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	3,0
	Silvopastoril (BD – 278 árboles/Ha)	3,5 (17%)
Belmira (*Pennisetum clandestinum* + *Acacia decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	2,3
	Silvopastoril (BD – 407 árvores/Ha)	3,2 (39%)

* UA = 555 kg de PV. BD = Baixa densidade de árvores. Entre parênteses, incremento em pontos percentuais.
P. clandestinum: Pennisetum clandestinum
A. decurrens: Acacia decurrens
A. melanoxillum: Acacia melanoxillum

Destaca-se em geral, que o potencial de aumentar a carga animal dos SSP em localidades de trópicos de altura é muito menor em relação aos locais de clima tropical de planície ou clima quente, dependendo das condições climáticas, edáficas e de tipo de arranjo silvipastoril.

A Tabela 8 mostra como os incrementos na carga animal (UA/ha) são superiores aos encontrados em clima frio ou nas áreas andinas do país, com valores de aumento acima de 100%, o que mostra como em situações de clima quente os limitantes da produção animal são o baixo suprimento de forragem e sua composição química deficiente ou baixa qualidade nutricional que implicam baixo consumo de matéria seca pelos animais.

Tabela 8. Capacidade de carga animal (UA/ha) e aumentos (%) na carga animal, com diferentes sistemas silvipastoris nos baixos trópicos de Antioquia, Colômbia.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Carga animal (UA / Ha) *
Caucasia 1 (*Brachiaria humidícola* + *Acacia mangium*)	Controle (tradicional sem árvores)	1,0
	Silvopastoril (Baixa densidade)	2,0 (100%)
Caucasia 2 (*Hyparreia ruffa* + *Acacia mangium*)	Controle (tradicional sem árvores)	1,0
	Silvopastoril (Baixa densidade)	2,2 (120%)
San José del Nus (*Hyparreniaruffa* + *Leucaena. leucocephala*)	Controle (tradicional sem árvores)	0,7
	Silvopastoril (Baixa densidade)	1,0 (43%)

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Carga animal (UA / Ha) *
Carepa (*Brachiaria arrecta* + *Guazuma ulmifolia*)	Controle (tradicional sem árvores)	1,6
	Silvopastoril (Baixa densidade)	2,5 (56%)

* UA = 420 kg de PV. BD = Baixa densidade de árvores. Entre parênteses, incremento em pontos percentuais.

O manejo do pastejo, em sistema silvipastoril, por meio do qual são reguladas a intensidade (carga animal) e a frequência de desfolhamento (duração dos períodos de descanso e ocupação), é particularmente crítico naqueles SSPs onde as espécies arbóreas e as herbáceas compartilham o mesmo terreno, pois isso afeta a capacidade competitiva e o potencial de persistência de espécies desejáveis. Isso é especialmente crítico em arranjos silvipastoris, onde espécies de capim tropical de alto rendimento, como *Megathyrsus maximus* (cv Tanzânia e Mombasa) são combinadas com arbustos como *Cratylia argentea* ou veranera, assim como no caso de *Leucaena leucocephala* ou *Tithonia diversifolia* ou botão de ouro.

Para evitar a perda de espécies desejáveis, a carga animal deve estar em conformidade com o suprimento de forragem de espécies palatáveis e, entre elas, o material verde comestível. Além disso, se pretender-se favorecer a persistência das espécies mais desejáveis, a duração do período de descanso deve ser maior do que a recomendada para sistemas exclusivamente pastoris, uma vez que a menor taxa de rebrota mostrada pelas pastagens que crescem sob a sombra deve ser compensada de alguma maneira (Wong, 1991).

Manejo silvipastoril e seus efeitos na compactação do solo em SSP da Colômbia.

A pressão estática exercida pelo casco de ovinos e bovinos é de 0,8 a 0,95 e 1,2 a 1,6 kg/cm^2, respectivamente (Pearson e Ison, 1987). Essa pressão pode dobrar quando os animais se movem e é maior à medida que a velocidade de movimento dos animais aumenta (Humphreys, 1991).

Na compactação do solo, a pressão exercida pelos cascos dos animais a médio ou longo prazo resultará na redução do volume de macroporos no solo. Isso afetará negativamente a taxa de infiltração de água no solo e aumentará a resistência à penetração radicular no perfil do solo, diminuindo a disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular (Pezo et al., 1992), especialmente nas pastagens e arbustos associados a diferentes arranjos silvipastoris.

Em todos os locais e arranjos silvipastoris em zonas de clima frio e independentemente da altitude, a compactação do solo é maior nos sistemas de criação tradicionais ou sem árvores, em comparação com todos os SSPs manejados com diferentes cargas de animais, Tabela 9.

Em geral, a diminuição da compactação é maior nos SSPs de árvores de alta densidade e nos altos trópicos em comparação com os arranjos silvipastoris nos baixos trópicos ou

clima quente da Colômbia, possivelmente devido ao maior teor de matéria orgânica do solo nos locais da zona andina ou de clima frio da Antioquia.

Tabela 9. Compactação do solo (Lb / cm²) e decréscimo (%), com diferentes sistemas silvipastoris nos trópicos altos de Antioquia, Colômbia.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Idade (meses)	Compactação (Lb / cm²) *
Marinilla (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	38	55,8
	Sistema silvipastoril (Árvores BD-400 / Ha)		116,4 (52%)
Santuário (*P. clandestinum* + *A. melanoxillum*)	Controle (tradicional sem árvores)	36	50,6
	Sistema silvipastoril (Árvores AD-1111 árvores/ Ha)		101,8 (50%)
Santa Elena (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	35	123,4
	Sistema silvipastoril (BD – 278 árvores/Ha)		97,5 (21%)
	Sistema silvipastoril (AD - 625 árvores / Ha)		93,7 (24%)
Belmira (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (tradicional sem árvores)	35	93,3
	Sistema silvipastoril (BD – 407 árvores/Ha)		39,8 (57%)
	Sistema silvipastoril (AD - 1111 árvores / Ha)		

* UA = 555 kg de PV. BD e AD = Baixa e Alta densidade de árvores, respectivamente. Entre parênteses, diminuição em pontos percentuais.

Os pastos sem árvores mostram maior compactação do solo devido a animais em pastejo do que em pastos com árvores. Entre os SSPs, isso é mais alto em arranjos silvipastoris com gramíneas de crescimento ereto ou perfilhos, como pastagens de jaraguá (*Hyparrenia ruffa*). Além disso, essa compactação é mais perceptível em situações de topografia pendente,

Tabela 10. Compactação do solo (Lb / cm²) e decréscimo (%), com diferentes sistemas silvipastoris nos trópicos baixos de Antioquia, Colômbia.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Idade (meses)	Compactação (Lb / cm²) *
Caucasia 1 (*B. humidícola* + *A. mangium*)	Controle (tradicional sem árvores)	34	133,8
	Sistema silvipastoril (AD - 160 árvores / Ha)		90,0 (32%)
	Sistema silvipastoril (Árvores BD-40 / Ha)		82,3 (30%)
Caucasia 2 (*H. ruffa* + *A. mangium*)	Controle (tradicional sem árvores)	35	148,3
	Sistema silvipastoril (AD - 160 árvores / Ha)		123,3 (17%)
	Sistema silvipastoril (Árvores BD-40 / Ha)		108,9 (27%)

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Local (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Idade (meses)	Compactação (Lb / cm²) *
San José del Nus (*H. ruffa + L. leucocephala*)	Controle (tradicional sem árvores)	35	197,1
	Sistema silvipastoril (AD - 1110 árvores / Ha)		179,5 (9%)
	Sistema silvipastoril (BD – 400 árvores/Ha)		180,4 (8,5%)
Carepa (*B. arrecta + G. ulmifolia*)	Controle (tradicional sem árvores)	30	200,7
	Sistema silvipastoril (AD - 1110 árvores / Ha)		139,6 (30%)
	Sistema silvipastoril (BD – 400 árvores/Ha)		

* UA = 420 kg de PV. BD e AD = Baixa e Alta densidade de árvores, respectivamente. Entre parênteses, diminuição em pontos percentuais.

como é o caso da associação de Leucaena com jaraguá em San José del Nus, tabela 10.

Sistema silvipastoril e seus efeitos na produção leiteira

Na região andina em áreas de altitudes elevadas ou no clima frio da Antioquia, o sistema de produção de leite com raças especializadas tais como a Holandesa, é caracterizado pelo elevado desenvolvimento genético e desempenho produtivo, altos custos de produção e um modesto modelo de gestão, onde se utilizam solos de origem vulcânica e de uso da terra questionável (áreas de encosta e pastagens degradadas), resultando em uma baixa sustentabilidade do sistema, tornando-os vulneráveis à concorrência internacional.

Nos sistemas de produção específicos para produção leiteira na Colômbia e particularmente na Antioquia, predomina o uso de pastejo em faixas, manejados com cerca elétrica; sendo considerado o mais adequado para desenvolver sistemas de produção intensivo. Visto que ele abrange muitos dos fundamentos básicos do manejo de pastagens, dinâmica de forragem e desempenho animal. No entanto, a produção de forragem nas bacias leiteiras do departamento da Antioquia está ligada à sazonalidade climática, sendo afetada drasticamente nas condições de verão. Nessa época, as pastagens (na sua maioria compostas por capim-kikuyo - *Pennisetum clandestinum*) se tornam muito vulneráveis. Isto, juntamente com as dificuldades encontradas para estabelecer a frequência e intensidade de pastejo, implica não só na sua rápida degradação, mas também em problemas no fornecimento de forragem para os animais.

O comportamento produtivo dos bovinos para a produção de leite em locais altos do departamento da Antioquia (Colômbia), em avaliações sistemáticas durante vários anos, mostra resultados diferenciados, dependendo do tipo de árvore, sua densidade e as

Tabela 11. Produção de leite por animal e por área (ha), em diferentes sistemas pecuários no trópico alto da Antioquia, Colômbia.

Sitio (Arranjo silvopastoril)	Sistema Pecuário	Leite por Animal (L/vaca/dia)	Leite por Hectare (L/Ha/ano)
Marinilla (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (Tradicional sem árvores)	13,3 b	10374 b
	Silvipastoril (BD-400 árvores/Ha)	13.9 a	13344 a
Santuario (*P. clandestinum* + *A. melanoxillum*)	Controle (Tradicional sem árvores)	10,1 b	7575 b
	Silvopastoril (AD-1111árvores /Ha)	10,7 a	9630 a
Santa Elena (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (Tradicional sem árvores)	15.0 b	13500 b
	Silvopastoril (BD – 278 árvores/Ha)	16.6 a	14940 a
Belmira (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	Controle (Tradicional sem árvores)	8.1 b	5589 b
	Silvopastoril (BD – 407 árvores/Ha)	9.1 a	7644 a

a, b entre colunas diferem P<0.05. BD e AD= Baixa e Alta densidade de árvores, respectivamente.

interações entre os diferentes componentes, como demonstrados na Tabela 11.

Dependendo da localização geográfica, a produção de leite por animal (L/vaca/dia) aumentou em Marinilla em 4,5%, passando de 13,3 L para 13,9 L e 29% de aumento por área, passando de 10.374 para 13.344 L ha^{-1} ano^{-1}. Por outro lado, em Belmira, os aumentos foram de 11 e 37% na produção por animal (L $vaca^{-1}$ dia^{-1}) e produção por área (L/ha/ano), respectivamente.

Em geral, nos locais de grande altitude ou de clima frio, se evidencia um maior incremento quando os níveis produtivos do sistema apresentam menor produtividade, demonstrando que os sistemas silvipastoris apresentam potencial para o aumento da produção de leite. Nessas condições climáticas frias da Colômbia, devido ao aumento da taxa de lotação no sistema silvipastoril, e às maiores deficiências nutricionais para suprir as necessidades de produção de leite, que são compensadas pela maior qualidade nutricional das pastagens



Figura 2. Utilização de sistema silvipastoril *Acacia decurrens* + *Pennisetum clandestinum*, Santa Elena, Antioquia, Colômbia.



Figura 3. Utilização de sistema silvipastoril *Acacia decurrens* + *Pennisetum clandestinum*, Belmira, Antioquia, Colômbia.

que crescem sob a copa das árvores.

No manejo do silvipastoril, um parâmetro que mede a eficiência do sistema para a produção de leite ou carne é o uso da pastagem, que evidencia o uso eficiente dos recursos utilizados no manejo da pastagem para a produção animal, incluindo a carga animal, adubação, sistema de pastejo com manejo adequado da pastagem (Giraldo, 2015). Em outros estudos, realizados na Colômbia, sobre o efeito do sistema silvipastoril na produção leiteira, verificou-se a produção de 12,7; 11,8 e 7,2 L leite dia^{-1} de para sistemas silvipastoris de *Megathyrsus maximus* + *Leucaena leucocephala* + *Prosopis juliflora; Cynodon plectostachyus* + *Leucaena leucocephala* + *Prosopis juliflora*; e *Cynodon plectostachyus* + *Prosopis juliflora*, respectivamente (Molina et al, 2009). Muito embora a densidade dessas árvores e arbustos utilizados nos diferentes sistemas não tenha sido mencionada.

Avaliações adicionais realizadas em sistemas leiteiros em clima frio na Colômbia, com o arranjo espacial silvipastoril *Pennisetum clandestinum,* kikuyo + *Acacia decurrens*, acácia negra na estação seca ou verão, mostram diferenças marcantes em comparação com o **Tabela 12.** Oferta de forragem, utilização da pastagem, consumo e hábitos de pastejo em dois sistemas pecuários para a produção de leite no alto trópico de Santa Elena. Antioquia, Colômbia.

Parâmetro da produção animal	Sistema pecuário	
	Silvopastoril*	Tradicional
Oferta de forragem (Kg de MS ha^{-1})	4072 a	3940 b
Utilização da pastagem (%)	65,4 a	58,7 b
Consumo de forragem (Kg MS 100 Kg P.V.$^{-1}$). n=16	3,56 ± 0,15 a	3,23 ± 0,26 a
Tempo de pastoreo (%). n=40	51,3 a	51,3 a
Tempo de ruminação (%). n=40	34,7 a	34,9 a
Tempo de descanso (%). n=40	13,2 a	13,8 a
Produção de leite (L vaca^{-1} dia^{-1}). n=40	16,6 a	15,0 b

* BD = Baixa densidade, 278 árvores / ha de *Acacia decurrens* + *Pennisetum clandestinum*
a, b entre colunas diferem P <0,05.

sistema tradicional de exploração animal sem árvores, Tabela 12.

A oferta de forragem no silvipastoril é superior ao sistema tradicional (sem árvores), o que repercute em maior consumo de forragem por vacas Holandesas. Esse maior consumo leva a uma maior eficiência da produção de leite sob pastejo, ou seja, os animais utilizam 65,4% da oferta de forragem nos sistemas silvipastoris, em comparação com a pecuária tradicional que utiliza 58,7% do total da forragem ofertada. Esse aumento no uso de forragem por animais nos sistemas silvipastoris é 10% maior em comparação ao sistema pecuário tradicional. Em situações de clima frio ou tropical de altitude na região andina da Colômbia, não foram encontradas diferenças nos hábitos de pastejo das vacas leiteiras, quando estão em sistema silvipastoril, e são comparadas com as dos sistemas tradicionais. Essas semelhanças ocorreram possivelmente devido ao fato de regiões tropicais de altitude apresentarem menor oferta natural de energia radiante e fotossinteticamente ativa, bem como a presença de maior nebulosidade e nevoeiro, o que determina pequenas alterações na produção de biomassa primária em agroecossistemas forrageiros. Além disso, os animais estariam menos expostos a mudanças repentinas de temperatura???durante o dia, o que afetaria seus hábitos de pastejo, especialmente durante a estação chuvosa.

Manejo do sistema silvipastoril e seus efeitos na produção de pecuária de corte.

Em situações tropicais de baixa altitude de clima quente da Antioquia, Colômbia (Tabela 13), o potencial para produção de carne em sistema silvipastoril depende de muitos fatores, dentre eles, a fertilidade do solo, o tipo de disposição espacial das árvores e das pastagens, espécies de forrageiras e de arbustos sob pastejo e seu manejo, do regime de chuvas e do tipo de raça ou cruzamento dos animais utilizados. Quando utilizados na engorda de machos, os sistemas silvipastoris têm demonstrado grande eficácia devido ao seu baixo custo, aproveitando sua rusticidade e alta adaptação ao meio, já que os animais têm acesso à folhagem proporcionada pelas árvores e à sombra que melhora sua condições ambientais (Giraldo, 2004).

Os maiores resultados alcançados, no ganho de peso de novilhos durante a fase de cria e engorda em diferentes sistemas silvipastoris e condições de produção, em clima quente e em diferentes arranjos de árvores e gramíneas obtidos em diferentes locais da Antioquia, são apresentados em Tabela 13.

Em geral, nos sistemas em que há presença de árvores, o ganho de peso dos animais Zebu

Tabela 13. Ganho de peso animal (boi) e por área (ha), em diferentes sistemas pecuários nos baixos trópicos de Antioquia, Colômbia.

Sitio (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Ganho de peso por Animal (kg animal^{-1} dia^{-1})	Produção por Hectare (kg ha^{-1} ano^{-1})
Caucasia 1 (*B. humidícola* + *A. mangium*)	Controle (Tradicional sem árvores)	0,485 b	177 b
	Silvipastoril (AD-160 árvores/Ha)	0,695 a	507 a
Caucasia 2 (*H. ruffa* + *A. mangium*)	Controle (Tradicional sem árvores)	0,293 b	106 b
	Silvipastoril (AD-160 árvores /Ha)	0,690 a	428 a

Continua...

Tabela 13. Continuação.

Sitio (Arranjo silvipastoril)	Sistema Pecuário	Ganho de peso por Animal (kg animal^{-1} dia^{-1})	Produção por Hectare (kg ha^{-1} ano^{-1})
San José del Nus (*H. ruffa* + *L. leucocephala*)	Controle (Tradicional sem árvores)	0,209 b	54 b
	Silvipastoril (BD – 278 árvores/Ha)	0,673 a	249 a
Carepa (*B. arrecta* + *G. ulmifolia*)	Controle (Tradicional sem árvores)	0,538 b	314 b
	Silvipastoril (BD – 407 árvores/Ha)	0,618 a	564 a

a, b entre colunas diferem P<0.05. BD e AD= Baixa e Alta densidade de árvores respectivamente.

é superior ao ganho de peso obtido em áreas sem árvores (Controle).

Os incrementos de ganho de peso diário (GMD) variam de 220%, passando de 0,209 a 0,673 kg animal^{-1} dia^{-1} em San José del Nus; até aumentos em Carepa de 15%, passando de um ganho de peso de 0,538 a 0,618 kg animal^{-1} dia^{-1}. Mas a eficiência na produção de gado de corte, com base no ganho de peso por área (kg hal^{-1} dia^{-1}), é aumentada em 80% no na área de Carepa e 361% em San José del Nus com o início do sistema silvopastoril *Hyparrenia ruffa* + *Leucena leucocephala*.

Em outras avaliações realizadas na Colômbia sobre o efeito do sistema silvipastoril na produção de carne, foram relatados ganhos de peso de 0,700 kg animal^{-1} dia^{-1}, com uma carga animal de 3,0 a 3,5 novilhos ha^{-1} (400 kg PV), quando em pastejo no sistema silvipastoril com Leucaena, na região de Pajonales, departamento de Tolima. Em outras experiências relatadas no mesmo trabalho, são reportados ganhos de peso diários de 0,707 kg animal^{-1} dia^{-1} com carga de 3,3 UA ha^{-1}, no sítio de Montelindo, no departamento



Figura 4. Utilização de arranjo silvipastoril *Acacia mangium* + *Urochloa humidícola*, em Callejones Caucasia Antioquia, Colômbia.



Figura 5. Ilustração de conforto animal no sistema silvipastoril *Acacia mangium* + *Urochloa humidícola*. Caucasia-Antioquia, Colômbia.

de Caldas (Molina et al., 2009).

As avaliações realizadas durante a estação seca, em sistemas de produção de gado de corte, em clima quente em Antioquia, com o arranjo espacial silvipastoril de *Urochloa* sp. + *Acacia mangium*, apresentam diferenças em comparação com sistema tradicional de produção **Tabela 14.** Oferta de forragem, uso de pastagem, consumo e hábitos de pastejo em dois sistemas pecuários para a produção de gado de corte no trópico baixo de Caucasia (50 metros em relação ao nível do mar). Antioquia, Colômbia.

Parâmetro da produção animal	Sistema pecuário	
	Silvopastoril*	Tradicional
Oferta de forragem (kg de MS ha^{-1})	1671 a	1561 a
Utilização da pastagem (%)	45,8 a	40,5 b
Consumo de forragem (kg MS 100 kg $P.V.^{-1}$). n=10	2,62 ± 0,10 a	2,23 ± 0,07 b
Tempo de pastejo (%). n=25	56,1 a	54,5 b
Tempo de ruminação (%). n=25	30,6 a	31,5 a
Tempo de descanso (%). n=25	10,6 a	11,4 a
Ganho de peso diário (kg $novilho^{-1}$ dia^{-1}). n=25	0,688 a	0,504 b

* AD = Alta densidade, 160 árvores ha-1 de *Acacia mangium* + *Urochloa humidícola*.
a, b entre colunas diferem P<0.05.

animal sem a presença de árvores, Tabela 14.

No sistema silvipastoril, o uso da pastagem foi 5,3 % superior em comparação com o sistema tradicional (somente pastagem). Isso significa um maior consumo de forragem nesse sistema e, portanto, maior ganho de peso e maior tempo dedicado ao pastejo, embora no tempo dedicado à ruminação e repouso não houveram diferenças estatísticas. Hoyos e Lascano (1985), relatam consumos de 1,4 a 1,9 kg de MS 100 kg de PV^{-1} em machos Zebuínos para alta e baixa carga animal, respectivamente. Utilizando as mesmas espécies forrageiras e sob condições de pastejo, o baixo consumo pode ser explicado pela baixa qualidade nutricional da forragem *U. humidicula* (4,9% de PB e digestibilidade de 49,6%).

O microclima nos sistemas silvipastoris e seus efeitos na fisiologia e conforto animal.

Os bovinos realizam processos fisiológicos para manter o equilíbrio do calor corporal que necessitam para que sua temperatura interna permaneça dentro da faixa de bem estar animal, caso contrário, eles experimentam profundas diferenças em seu comportamento vital. Para isso, necessitam realizar a troca do calor corporal excedente com o ambiente que os rodeia, colocando em operação seus mecanismos de transmissão térmica, buscando atingir a zona de termo-neutralidade na faixa de temperatura que corresponde ao "clima de conforto" dos bovinos. A liberação da carga calórica implica para o gado, alocar parte da energia destinada a suprir essa necessidade vital, em detrimento à disponibilidade de energia para a produção animal (ganho de peso e/ou produção de leite), Djimde et al. (1989).

Os resultados encontrados na Colômbia sugerem que o microambiente gerado pelos sistemas silvipastoris, tanto em regiões de clima frio ou de grande altitude como em regiões de clima quente, reduz o estresse térmico em vacas das raças Holandesa e Zebu, tornando o sistema silvipastoril uma boa estratégia para melhorar o conforto animal nas atuais fazendas produtoras de leite, promovendo seu bem-estar, especialmente durante o verão ou períodos de seca intensa, refletindo na maior produção de carne e/ou leite.

Em condições tropicais, observou-se que a temperatura sob a copa das árvores é, em média, 2 a 3ºC abaixo daquela observada em áreas sem as mesmas (Wilson; Ludlow, 1991). Em condições específicas do local estudado por Reynolds (1995), foram detectadas diferenças de até 9,5°C. Além disso, destaca-se que as árvores interferem parcialmente na passagem da radiação solar para a superfície corporal do animal, aliviando sua potencial contribuição para o aumento da sua carga calórica (Weston, 1982), consequentemente contribui para efeitos benéficos dos parâmetros fisiológicos

Tabela 15. Parâmetros ambientais e fisiológicos dos animais, durante o verão em dois sistemas pecuários para a produção de gado de corte no trópico baixo de Caucasia (50 m em relação ao nível do mar). Antioquia, Colômbia.

Parâmetro ambiental e fisiológico animal	Hora do dia no período do verão					
	07:00		12:00		16:00	
	SSP *	Controle	SSP	Controle	SSP	Controle
Temperatura ambiente (ºC)	26,5a	26,8a	31,1b	35,8a	33,0b	35,7a
Umidade relativa (%)	76,1b	82,0a	61,9a	60,3a	53,9b	57,0a
Intensidade lumínica (Lux) **	19,6b	154a	79,3b	853a	58,5b	311a
Frequência respiratória (respirações minuto^{-1})	26±1b	29±2a	30±1b	35±1a	28±1b	32±1a
Temperatura retal (ºC)	38,3a	38,7a	38,0b	39,1a	38,7b	39,3a

* Arranjo silvipastoril *A. mangium* + *B. humidícola* em AD, 160 árvores/Ha.
** Lux = Jaules m^{-2} segundo^{-1}. As letras a, b entre colunas diferem P<0.05.

dos animais em pastejo.

A Tabela 15 ilustra esse aspecto, no sítio Caucasia 1, localizado em uma região com altitude de 50 metros em relação ao nível do mar e apresenta clima quente, às 12 horas da manhã o microambiente criado sob a copa das árvores no SSP, a temperatura ambiente foi 4.5ºC menor que a pleno sol (CONTROLE); da mesma forma, a quantidade de radiação solar recebida pelos animais na massa corporal em pastejo no mesmo horário foi muito menor (90% menos), quando pastam em SSP. Essas duas características ambientais são favoráveis ao comportamento animal, afetando positivamente os parâmetros fisiológicos quando comparado ao estresse causado pelo ambiente adverso. Assim, a taxa de respiratória foi menor no SSP (30,1 respirações/minuto) em relação à área sem arvores ou controle (35,1 respirações/minuto), ambos as medições realizadas às ao meio-dia.

Esses dois parâmetros, menor temperatura ambiente e menor radiação solar recebida por bovinos em pastejo sob SSP, afetam positivamente o consumo alimentar, pois este foi maior 2,62% em relação ao controle (sem árvores), que foi de 2,23% (Tabela 14). Esse maior consumo de MS pelos bovinos em SSP tem um forte impacto na produtividade nas condições tropicais baixas. O potencial de produção de carne em pastagens tropicais depende de muitos fatores, incluindo fertilidade do solo, espécies forrageiras e seu manejo, regime pluviométrico e tipo de animal utilizado. Quando a engorda no SSP é de machos, o sistema demonstra grande efetividade devido ao seu baixo custo, rusticidade e alta adaptação ao meio, já que os animais têm acesso à folhagem fornecida pelas árvores e sombra que melhora as condições ambientais e o seu conforto.

Na Tabela 16 são apresentados os resultados obtidos para Santa Elena, localizado em uma região com altitude de 2.538 metros em relação ao nível do mar, em clima frio; os parâmetros ambientais e fisiológicos de vacas Holandesas, quando pastejam em sistema

Tabela 16. Parâmetros ambientais e fisiológicos dos animais, durante o verão em dois sistemas pecuários para a produção de gado leiteiro no trópico alto de Santa Elena (2538 m em relação ao nível do mar). Antioquia, Colômbia.

Parâmetros ambientais e fisiológicos dos animais	Hora do dia no período do verão					
	07:00		12:00		16:00	
	SSP *	Controle	SSP	Controle	SSP	Controle
Temperatura ambiental (ºC)	15,0b	17,6a	20,0b	27,3a	17,3a	18,3a
Umidade relativa (%)	80,0b	82,0a	60,6a	78,0a	63,6b	69,0a
Intensidade luminosa (Lux) **	104b	1696a	344b	4923a	129b	1568a
Frequência respiratória, (respirações minute^{-1})	34±8b	44±6a	32±2b	49±1a	33±1b	40±2a
Temperatura retal (ºC)	38,6a	38,1b	38,0b	39,1a	38,5b	39,1a

* Arranjo silvipastoril *A. mangium* + *U. humidícola* em AD, 160 árvores ha^{-1}.
** Lux = Julios/m2/segundo. a, b entre colunas diferem P<0.05.

silvipastoril durante o verão ou com menor precipitação.

Em geral, em situações de trópicos de alta altitude ou na zona andina da Colômbia, a temperatura ambiental sob a copa das árvores no sistema silvipastoril é menor, quando comparada às pastagens a pleno sol, igualmente ocorre com a umidade relativa.

A redução da temperatura proporcionada pela sombra das árvores, mesmo que seja de 2 a 3ºC, é extremamente importante quando a temperatura ambiente excede o limite superior da "zona de conforto" ou "zona de neutralidade térmica". Fora desses limites, os mecanismos de perda ou emissão de calor que os animais "homeotérmicos" possuem, resulta no aumento na temperatura corporal, com consequências negativas na produtividade animal (Djimde et al., 1989). Qualquer queda na temperatura ambiente favorece a eliminação do calor por evaporação e, portanto, a redução da carga calórica do animal.

A intensidade de luz recebida pelas vacas holandesas ao meio-dia é menor no sistema silvipastoril, o que se reflete no animal na forma de menor frequência respiratória e, consequentemente, na menor temperatura interna (retal). García (1995) relata uma temperatura retal para bovinos de 38,5ºC com um intervalo entre 37,5-39,5ºC. Por outro lado, Velásquez (1996) relata 40ºC em vacas holandesas expostas à radiação solar direta, dados que descrevem a mesma tendência relatada.

Efeitos do sistema silvipastoril na captação e fixação de carbono

Além das vantagens oferecidas pelo SSP do ponto de vista fisiológico, produtivo e de biodiversidade, os serviços ambientais que esses sistemas poderiam fornecer a médio e longo prazo foram avaliados na Colômbia, particularmente a captação de carbono, causador de efeito estufa (GEE) e emissões de metano entérico pelo gado.

Existem evidências documentadas que mostram como as fazendas pecuárias podem contribuir para o sequestro de carbono através da implantação de sistemas silvipastoris,

por meio de sua imobilização nos diferentes segmentos do sistema silvipastoril, como o solo, pastagens e biomassa das árvores e arbustos que os compõem.

Na Colômbia, as medições do estoque de carbono nos diferentes segmentos do SSP

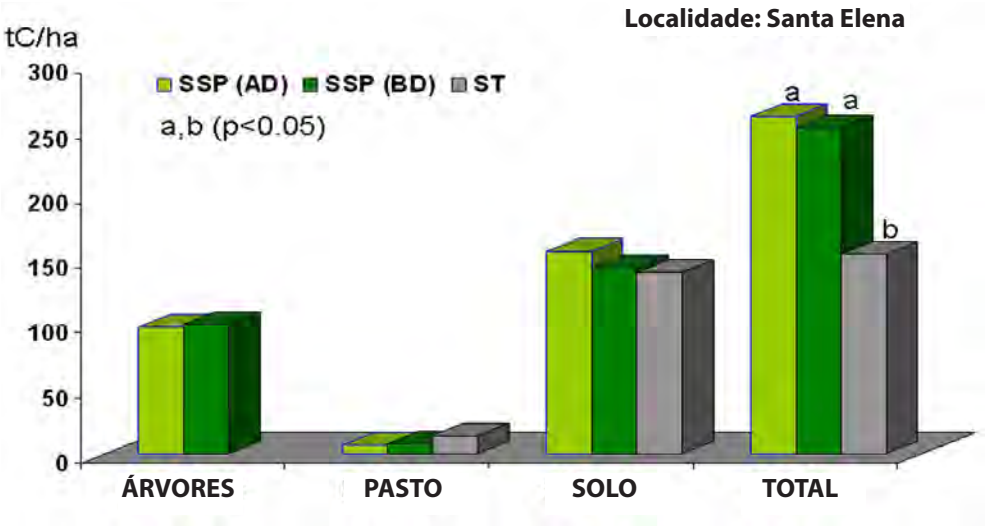


Figura 6. Captura de carbono (t de C ha^{-1}) em sistema silvipastoril de *Acacia decurrens* + *Pennisetum clandestinum*, com seis anos de plantio, no trópico alto. Antioquia, Colômbia.

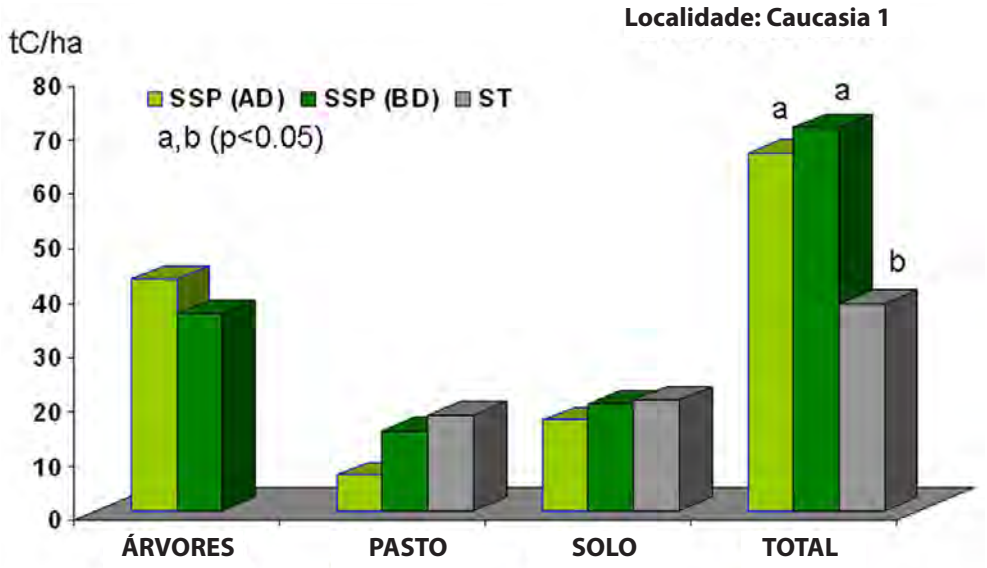


Figura 7. Captura de carbono (t de C ha-1) em silvipastoril de *Acacia mangium* + *Urochloa humidícola*, com seis anos de plantio, no trópico baixo de Caucasia. Antioquia, Colômbia.

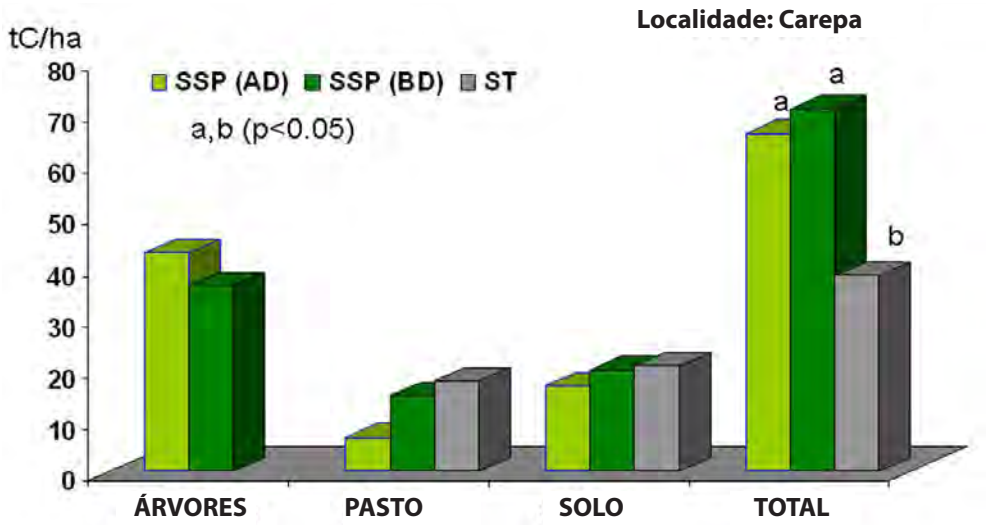


Figura 8. Captura de carbono (t de C ha-1) em silvipastoril de *Guazuma ulmifolia* + *Urochloa arrecta*, com seis anos de plantio, no trópico baixo de Carepa. Antioquia, Colômbia.

(solos, árvores e pastagens, tanto na parte aérea quanto na parte radicular), para três locais diferentes dos trópicos alto e baixo em Antioquia, são mostrados nas Figuras 6, 7 e 8.

O carbono armazenado em ambas as partes aéreas e raízes da forragem mostrou uma clara tendência a diminuir com aumentos na densidade de plantio das árvores, na Caucasia e Carepa, localizados em climas quentes, possivelmente devido à competição entre as raízes das árvores e do pasto.

O crescimento e o ciclo de renovação raízes são dois aspectos importantes de sequestro de carbono em pastagens e avaliação da dinâmica de sua biomassa, além de ser um elemento importante para compreender o seu papel na fixação de carbono (Fisher; Trujillo, 2000). Por isso é importante a informação quantitativa sobre a variabilidade de enraizamento em função do tempo e do local de implantação e o manejo da pastagem nos diferentes SSP, particularmente devido à intensidade de pastejo (carga animal, frequência e pressão de pastejo). Isto permitirá desenvolver modelos sobre as relações solo-planta-animal nos SSP submetidos à pastejo e pisoteio pelos animais, uma vez que foi mostrado que a biomassa da raiz é reduzida com a intensidade e a frequência de desfolha (Wilsey, 1996).

Em geral, para os três locais onde foram implantados diferentes manejos e sistemas silvipastoris, estudados durante seis anos, a imobilização de carbono foi superior em sistemas pecuários que envolveram árvores ou SSP, tanto em alta como em baixa densidade de árvores plantadas (AD; BD), em comparação com o sistema sem árvores ou tradicional (ST), principalmente devido ao acúmulo de CO_2 na biomassa aérea (fuste) e na biomassa radicular (raízes), que aporta o componente florestal nos diferentes arranjos silvipastoris (Figuras 6, 7 e 8).

Por outro lado, o cuidadoso monitoramento da biomassa das árvores permite calcular o incremento médio anual (IMA) no sequestro de carbono, uma vez que é muito dinâmico,

mostrando fluxos de fixação mais rápido e de maior magnitude do que qualquer outro segmento do SSP. O IMA para o local de Santa Helena (altitude tropical), é maior do que os demais locais tropicais baixos (Tabela 17), possivelmente devido aa baixas taxas de mineralização da matéria orgânica em locais com uma temperatura mais baixa, uma vez que são considerados como solos vulcânicos (Andisolos), que tem uma alta capacidade para

Tabela 17. Imobilização total e incrementos médios anuais (IMA) na captura de carbono (tCO_2 / Ha), em três arranjos silvipastoris, em diferentes locais do trópico baixo e alto de Antioquia, Colômbia.

Sitio (Arranjo silvipastoril)	Densidade (árvores ha^{-1})	Total (tCO_2 ha^{-1})	IMA (tCO_2 ha^{-1})
Santa Elena (*P. clandestinum* + *A. decurrens*)	625 – Alta Densidade	260 a	9,9 a
	278 - Baixa Densidade	251 a	11,5 b
Caucasia 1 (*U. humidícola* + *A. mangium*)	160 – Alta Densidade	66 a	7,1 a
	40 - Baixa Densidade	71 a	7,5 a
Carepa (*U. arrecta* + *G. ulmifolia*)	1110 – Alta Densidade	88 a	6,0 a
	400 - Baixa Densidade	73 b	3,2 b

a, b na mesma coluna e cada local diferem (P<0.05).

sequestrar carbono devido à forma amorfa complexa na matriz do solo (Veldkamp, 2004).

No sistema silvipastoril, estimativas dinâmicas de estoques de carbono devem ser realizadas nos diferentes segmentos, através de um programa de monitoramento em parcelas de longa duração. A importância de realizar um monitoramento cuidadoso da biomassa das árvores está no fato de ser muito dinâmico, apresentando fluxos de sequestro de CO_2 mais rápido e de maior magnitude do que qualquer outro segmento. Além disso, as árvores são também armazenadoras de CO_2 em grandes quantidades nos SSP, é o mais provável para se tornar uma fonte de gases com efeito de estufa quando forem queimados.

O carbono total (CO_2 ha^{-1}) armazenado no arranjo SSP de clima frio ou região andina da Colômbia (Santa Elena) mostra os valores mais elevados em comparação com os locais de clima quente (Caucasia e carepa). Isto é devido ao maior acúmulo de carbono devido aos níveis muito elevados de matéria orgânica com alto teor de argila que que possui o solo (alófanas), que formam complexos com a matéria orgânica fixando o carbono no solo e tornando-se difícil a sua mobilização.

Finalmente, os valores encontrados dos aumentos anuais de carbono são valores muito altos, comparados com os aumentos anuais médios relatados para as zonas de vida correspondentes (Kerr et al., 1999), porque esses SSPs são relativamente jovens e se encontram em seus períodos de crescimento máximo.

Efeitos do sistema silvipastoril na emissão de metano entérico pelo gado.

O CH_4 é emitido principalmente como consequência da respiração anaeróbia microbiana gerada na fermentação entérica em ruminantes e, em menor proporção, pelo manejo dos

excrementos. Estas emissões de metano por ruminantes domésticos não só representam um problema econômico envolvendo perdas de energia que implicam em menor produtividade animal, mas também um problema ambiental devido ao efeito do metano produto da fermentação entérica sobre o aquecimento global.

As emissões de metano a partir da fermentação de alimentos no rúmen podem ser quantificadas mediante métodos *in vivo* e *in vitro* (Soliva; Hess, 2007) ou com metodologias preditivas ou de estimação de emissões de gases de efeito estufa tais como os estabelecidos pelas diretrizes do IPCC (IPCC, 1996). Para a medição das emissões de metano pelos ruminantes, existem várias opções ou metodologias, tais como:

1) A calorimetria da respiração;

2) O uso de gases traçadores calibrados, como o hexafluoreto de enxofre (SF6);

3) Técnicas meteorológicas;

4) As equações preditivas e;

5) As técnicas *in vitro*, entre as quais a técnica de simulação ruminal -RUSITEC- e a técnica de produção de gás *in vitro* (Bhatta et al., 2007).

Uma das técnicas *in vitro* mais utilizada na produção animal de ruminantes, para estudar os processos de fermentação anaeróbica do rúmen, é a técnica de gases (Theodorou et al, 1994). A semelhança entre a produção de CH^4 determinada com a técnica *in vitro* e os valores determinados *in vivo* (R^2 = 0,80), sugere que esta técnica in vitro, tem o potencial para avaliar a produção de CH4 em ruminantes (Rymer; Givens 2002, Getachew et al., 2005), uma vez que mede a produção de gás final e a degradabilidade (fermentação) do substrato, se o consumo voluntário é conhecido ou quantificado (Blümmel et al, 2005).

Além disso, a produção total de metano ao dia in vitro utilizando a técnica de gases e sua determinação na câmara de respiração de circuito aberto, se relacionam positivamente R^2 = 0,89 (P <0,0001), quando se avaliam a forragem (palha) (Blümmel et al, 2005).

Usando a técnica de gases *in vitro*, (Theodorou et al., 1994), fermentando anaerobicamente em líquido ruminal as forragens consumidas pelos bovinos, amostras provenientes de dois arranjos silvipastoris, um de clima frio ou de altitude (Santa Helena, -*P. Clandestinum* + *A. decurrens*-) e outro de clima quente (Caucasia, *U. humidicola* + *A. mangium*), os parâmetros de fermentação no rúmen e o metano foram medidos. Para complementar estas informações com os dados *in vivo* e para relatar as emissões de CH_4 por animal e com o manejo em sistema silvipastoril com carga animal utilizadas nas propriedades, se determinou o consumo individual de forragem pelos animais sob pastejo livre, usando a técnica de marcadores externos e internos. Como marcador externo foi utilizada fibra mordantada com cromo, seguindo a metodologia descrita por Uden et al. (1980), e como marcador interno foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para determinar o fator de indigestibilidade mediante a produção de fezes (Waller et al., 1980).

No caso de sistema silvipastoril em clima frio (*A. decurrens* + *P. clandestinum*), foram utilizadas diferentes proporções ou mistura de cada um dos ingredientes da dieta

consumido por vacas holandesas como substratos para incubação in vitro e quantificar as emissões de metano durante o processo de fermentação ruminal. As proporções utilizadas foram, 100:0; 80:20C e 80:20A, correspondendo a 100% de forragem da pastagem de Kikuyo (*P. clandestinum*), sem suplemento alimentar; 80% de forragem da pastagem de Kikuyo e 20% de um alimento ou concentrado comercial como suplemento alimentar; 80% de forragem da pastagem de kikuyo e 20% de forragem da leguminosa de acácia preta (*A. decurrens*), como suplemento nutricional para as vacas.

Os resultados encontrados indicam que as emissões de metano, produto da fermentação ruminal, é inferior quando na dieta da pastagem de kikuyo se incorpora 20% de folhagem da árvore leguminosa acácia preta (*A. decurrens*) como suplemento alimentar das vacas

Tabela 18. Emissões de metano in vitro, em três dietas com diferentes proporções de capim-Kikuyo (*P. clandestinum*), concentrado comercial e folhagem de *A. decurrens*, em clima frio em Santa Elena. Antioquia, Colômbia.

	Proporção de alimento concentrado ou folhagem da árvore na dieta, (tratamento)*		
	100:0	**80:20C**	**80:20A**
Produção de metano entérico (mmol 24h^{-1})	375 a	367 a	291 b

Letras minúsculas na linha indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan (P<0.05)

(Tabela 18).

Essa menor quantidade de emissões de metano na dieta de forrageira 80% de Kikuyo + 20% de acácia negra (Acácia decurrens), pode ser devido às concentrações de taninos condensados (16,5% de matéria seca). Hess et al. (2002) indicam que os taninos presentes em muitas leguminosas tropicais podem estar associados com a redução na produção de metano em até 50% em comparação com a dieta tradicional exclusiva de pasto.

Utilizando o mesmo procedimento, tanto in vitro e in vivo descritos anteriormente, nas condições de para o arranjo silvipastoril em Caucasia (*Urochloa* sp. + *Acacia mangium*), em clima quente, os resultados também indicam o potencial da folhagem de Acácia quando é consumido pelos bovinos para reduzir as emissões de metano entérico, devido aos teores de taninos solúveis desta leguminosa, quantificado em 37,2%. Os taninos suprimem a metanogénese diretamente através da sua atividade anti-metanogênicas em bactérias e arqueobactérias do rúmen e indiretamente através da sua atividade anti-protozoária (Bhatta et al, 2009). Nessa avaliação, a inclusão na dieta do gado de corte da folhagem de Acácia em 30% com a forragem de *U. humidicola*, reduziu as emissões de metano entérico

Tabela 19. Emissões de metano in vitro, em três dietas com diferentes proporções de capim braquiária (*U. humidicola*) e folhagem de *A. mangium*, em clima quente na Caucasia. Antioquia, Colômbia.

	Proporção de folhagem de árvore na dieta, (tratamento) *			
	100:0	80:20	70:30	60:40
Produção de metano entérico (mmol 24h^{-1})	203 a	163 b	152 b	156 b

Letras minúsculas na linha indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan (P<0.05)

por animal em 25% (Tabela 19).

Sistema silvipastoril e balanço de gases de efeito estufa (GEE) em pastejo.

Com base nas informações relatadas acima, produto de medições reais a campo da produtividade vegetal, da taxa de lotação, da produção animal tanto de carne como de leite, do sequestro de carbono e das emissões de metano entérico pelos animais, quando pastejando nos diversos arranjos silvipastoris, avaliados por mais de seis anos, é possível determinar o balanço de GEE nesses sistemas pecuários.

O referido balanço no sistema silvipastoril, entendido como a diferença entre a quantidade removida do meio ambiente, mediante a fixação ou captura de carbono ou CO_2, realizada através do processo fotossintético natural da vegetação (pastagens e árvores) e o solo através da matéria orgânica, menos as emissões do metano entérico produto da fermentação anaeróbica ruminal medida em condições de pastejo, e com base no consumo de forragem medida no campo.

A Tabela 20 ilustra os resultados de sequestro de carbono, as emissões de metano entérico e o balanço de GEE nos diversos arranjos silvipastoris em comparação com pastagens sem árvores. É evidenciada como o sistema silvipastoril localizado a uma altitude de 2.534 metros em relação ao nível do mar (clima frio), a captura de carbono é maior e as vacas holandesas emitem menos metano entérico, resultando em um balanço de GEE positivo, que corresponde a quase o dobro que com a pastagem solteira, sendo mais notória a diferença quando o arranjo

Tabela 20. Sequestro de carbono, emissões de metano entérico pelo rebanho e balanço de gases de efeito estufa (GEE) em vários sistemas pecuários dos trópicos alto e baixo. Antioquia, Colômbia.

Tipo de sistema pecuário (Arranjo silvopastoril) Nº árvores ha^{-1}	Região, altitude e taxa de lotação	Sequestro de carbono (tCO_2 ha^{-1})	Emissões de metano (tCO_2eq ha^{-1})	Balanço de GEE
Pastagem (*P. clandestinum*) Sem árvores - Testemunha	bh-MB 2.534 m 3,5 UA ha^{-1}	154,22	14,11	+140,11
Silvipastoril (P. clandestinum + A. decurrens) - 625		160,08	7,26	+252,82
Silvipastoril (*P. clandestinum* + *A. decurrens*) - 278		151,11	5,51	+245,59

Continua...

Tabela 20. Continuação.

Tipo de sistema pecuário (Arranjo silvopastoril) Nº árvores ha^{-1}	Região, altitude e taxa de lotação	Sequestro de carbono (tCO_2 ha^{-1})	Emissões de metano (tCO_2eq ha^{-1})	Balanço de GEE
Pastagem(B. humidícola) Sem árvores - Testemunha	bh-T 50 m 2,0 UA ha^{-1}	38,70	16,31	+21,75
Silvopastoril (*B. humidícola* + *A. mangium*) - 160		65,79	11,24	+54,55
Silvipastoril (*B. humidícola* + *A. mangium*) - 40		70,59	11,06	+59,53

Onde; bh-MB = Bosque Húmido, Montano Bajo e bh-T = Bosque Húmido, Tropical, segundo Holdrige.
[1] Peso vivo médio de 555 Kg, 2 Peso vivo médio de 420 Kg

silvipastoril é de alta densidade de árvores de *Acacia decurrens*.

O arranjo silvipastoril localizado na região tropical baixa, ou clima quente, apresenta menor sequestro de carbono no solo e na vegetação, em comparação com o clima silvipastoril de clima frio. Essas diferenças se devem às espécies de árvores e pastagens que integram o sistema silvipastoril, assim como a densidade de árvores no arranjo e o tipo de solo. A fixação de CO_2 nos sistemas pecuários é afetada pelo manejo, textura do solo, fatores climáticos e produção animal (Fisher et al., 2007). Na Amazônia Colombiana, os dados de fixação do carbono em sistemas pecuários com *Urochloa brizantha* são de 12,8 t de CO_2 ha $^{-1}$, enquanto que cambio *U. brizantha* associada com *Arachis pintoi* fixou 15,0 t de CO_2 ha^{-1}, e para pasto Uribe ou ponteiro (*Hyparrhenia rufa*), os valores relatados são 13,6 t de CO_2 ha^{-1} (Amézquita et al., 2010). Na Costa Rica, foram encontradas fixações de 18,7 e 19,1 t de CO_2 ha^{-1} em monocultivo de *Pennisetum clandestinum* e com arvores, respectivamente. Para o capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em monocultivo e com árvores, foram encontrados 17,6 e 18 t de CO_2 ha^{-1}, respectivamente.

Considerações finais

Na Colômbia, a identificação, avaliação e utilização de sistemas silvipastoris em sistemas de produção pecuária tem tido grande impulso e crescimento nos últimos anos. Embora exista carência de informação e documentação precisa, confiável e sistemática de longo prazo (mais de oito anos), que permitam aumentar e melhorar o conhecimento sobre as interações entre os componentes arbóreo-pastagem-solo-animal. Esta informação é indispensável para gerar pontos de intervenção e parâmetros de manejo de sistemas silvipastoris em diferentes condições climáticas, edáficas e de ecossistemas, garantindo uma maior eficiência, produtividade, sustentabilidade ambiental e competitividade em longo prazo na pecuária.

Agradecimentos

Agradecemos ao Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MARD) da Colômbia, Universidade Nacional da Colômbia, Vice-Reitor Acadêmico e Conselho Nacional de Pesquisa (DINAIN) pelo aporte financeiro e à COLCIENCIAS pelo apoio financeiro através do programa Jovens Pesquisadores.

Referências

AMÉZQUITA, M.; MURGUEITIO, E.; IBRAHIM, M.; RAMÍREZ, B. Carbon sequestration in pasture and silvopastoral systems compared with native forests in ecosystems of tropical America. In: ABBERTON, M.; CONANT, R.; BATELLO, C. (Ed.). **Grassland carbon sequestration**: management, policy and economics. Rome: FAO, 2010. (Integrated Crop Management, 11). Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change, 2009, Rome.

ANUARIO ESTADÍSTICO AGROPECUARIO 2013. Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 2013. 270 p. (Estadísticas agropecuarias).

BELSKY, A. J.; MWONGA, S. M.; DUXBURY, I. M. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannahs. **Agroforestry Systems**, v. 24, n. 1, p. 1-20, Oct. 1993.

BHATTA, R.; ENISHI, O.; TAKUSARI, N.; HIGUCHI, K.; NONAKA, I.; KURIHARA, M. Diet effects on methane production by goats and a comparison between measurement methodologies. **Journal of Agricultural Science**, v. 146, n. 6, p. 705-715, Dec. 2008.

BHATTA, R.; ENISHI, O. Measurement of methane production from ruminants. Asian-Australasian **Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 8, p. 1305-1318, 2007.

BHATTA, R.; UYENO Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; ENISHI, O.; KURIHARA, M. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5512–5522, Nov. 2009.

BLÜMMEL, M.; GIVENS, D.; MOSS, A. Comparison of methane produced by straw fed sheep in open-circuit respiration with methane predicted by fermentation characteristics measured by an in vitro gas procedure. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, part 1, p. 379-390, Sept. 2005.

BROWN, V.; RYMER, C.; AGNEW, R.; GIVENS, D. Relationship between in vitro gas production profiles of forages and in vivo rumen fermentation patterns in beef steers fed those forages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, n. 1-2, p. 13-24, July 2002.

COLÔMBIA. Encuesta Nacional Agropecuaria. Departamento Nacional de Estadística. **Resultados 2013**. 4 p.

DACCARETT, M.; BLYNDESTEIN, J. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos que crecen bajo ellos. **Turrialba** (Costa Rica), v. 18, n. 4, p. 405-408, 1986.

DEINUM, B.; DIRVEN, J. A model for the description of the effects of environmental factors on the nutritive value of forages. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 12.,1974, Moscow. **Proceedings**… Moscow: USSR Academy of Sciences. Part 1, p. 338-346.

DJIMDE, M.; TORRES, F.; MIGONGO-BAKE, W. Climate, animal and agroforestry. In: REIFSNYDER, W. S.; DARNHOFER, T. O. (Ed.). **Meteorology and agroforestry**. Nairobi, Kenya: ICRAF, 1989. p. 463-470.

FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS. **Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019**: por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá, 2006. 294 p.

FISHER, M.; TRUJILLO, W. Fijación de carbono por pastos tropicales en las sabanas de suelos ácidos neotropicales. In: POMAREDA, C.; STEINFIELD, H. **Intensificación de la ganadería en Centroamérica**: beneficios económicos y ambientales. San José, Costa Rica: CATIE; SIDE; Rome: FAO, 2000.

FISHER, M.; BRAZ, J.; SANTOS, S. dos; URQUIAGA, R.; ALVES, B.; BODDEY, R. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v. 41, p. 65-83, 2007.

GARCÍA, S. **Fisiología veterinaria**. Madrid: Mc Graw Hill, 1995. p. 383-418.

GETACHEW, G.; ROBINSON, R.; DEPETERS, E.; TAYLOR, S.; GISI, G. HIGGINBOTHAMB, G.; RIORDAN, T. Methane production from commercial dairy rations estimated using an in vitro gas technique. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, part 1, p. 391-402, Sept. 2005.

GIRALDO, L. A. La acacia negra (*Acacia decurrens*) en sistemas silvopastoriles para clima frío. In: MURGUEITIO, E.; GALINDO, W. (Ed.). **Manejo sostenible de los sistemas ganaderos andinos**. Cali, Colombia: CIPAV, 2003. p. 62-74.

GIRALDO, L. A. **Informe Técnico Final Proyecto**: Identificación, evaluación y desarrollo de sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible en Antioquia. Medellín: MADR-PRONATTA, 1999. 57 p.

GIRALDO, L. A. **Sistemas silvopastoriles**: alternativa sostenible para la ganadería en Colombia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín–PRONATTA–CONISILVO, 2000. 136 p.

GIRALDO, L. A. **Informe Técnico Final Proyecto**: determinación y monitoreo de algunos servicios ambientales de sistemas silvopastoriles en Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. División Nacional de Investigación (DINAIN)-COLCIENCIAS, 2004. 84 p.

GIRALDO, L. A. **Manejo y utilizacion sostenible de pasturas tropicales**. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2015. 298 p. (En prensa).

HESS, D.; MONSALVE, L.; CARULLA, J.; LASCANO, C.; DÍAZ T.; KREUZER, M. **In vitro evaluation of the effect of Sapindus saponaria on methane release and microbial populations (1.4.1)**. 2002.

HOLMANN, F.; RIVAS, L.; CARULLA, J.; RIVERA, B.; GIRALDO, A.; GUZMÁN, S.; MARTÍNEZ, M.; MEDINA, A.; FARROW, A. Evolution of milk production systems in tropical Latin America and its interrelationship with markets: an analysis of the Colombian case. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 9, p. 52-92, Sept. 2003.

HORNE, P. M.; BLAIR, G. J. Forage tree legumes. IV. Productivity of leucaena/grass mixtures. **Australian Journal of Agrícultural Research**, v. 42, n. 7, p. 1231-1250, 1991.

HOYOS, P.; LASCANO, C. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. **Pasturas Tropicales**, v. 7, n. 2, p. 3-5, 1985.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: University Press, 1991. 206 p.

IBRAHIM, M.; CAMERO, A.; CAMARGO, J.; ANDRADE, H. Compatibility, persistence and productivity of grass legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grassland** (Australia), v. 32, n. 2, p. 1-10, 2007.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Revised 1996**. Bracknell, 1997.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage quality responses of C_3 and C_4 perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Science**, v. 33, n. 4, p. 831-837, July/Aug. 1993.

KERR, S.; PFAFF, A.; SANCHEZ, A.; BOSCOLO, M. How can carbon sequestration in tropical forests be rewarded?. Evidence from Costa Rica. In: PANAYOTOU, T. (Ed.). **Central America Project**. Costa Rica, 1999. 43 p.

MAHECHA, L.; GALLEGO, L. A.; PELÁEZ, F. J. Situación actual de la ganadería en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. **Revista Colombia de Ciencias Pecuarias**, v. 15, n. 2, p. 213-225, 2002.

MOLINA, C. H.; MOLINA, C.; MOLINA, E.; MOLINA, P. Carne, leche y mejor ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con Leucaena leucocephala (Lam) de wit Mimosaceae. In: MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J. (Ed.). **Ganadería del futuro**: investigación para el desarrollo. 2. ed. Cali, Colombia: CIPAV, 2009. p. 43-65.

MUTUO, P. K.; CEDISCH, G.; ALBRECHT, A.; PALM, C. A.; VERCHOT, L. Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 71, n. 1, p. 43–54, Jan. 2005.

NAIR, P. K.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, n. 1, p. 10–23, Jan. 2009.

NORTON, B. W.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M.; HILL, K. D. The effect of shade on forage quality. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**: proceedings of a workshop, Sanur Beach, Bali,Indonesia, 27-29 June, 1990. Canberra: ACIAR, 1991. p. 83-88.

OGLE, S. M.; CONANT, R. T.; PAUSTIAN, K. Deriving grassland management factors for a carbon accounting approach developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Environmental Management**, v. 33, n. 4, p. 474–484, Aug. 2004.

PEARSON, C. J.; ISON, R. L. **Agnonomy of gnassland systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

PEZO, D.; IBRAHIM, M. **Sistemas silvopastoriles**. 2. ed. Turrialba: CATIE, 1999. 275 p. (Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal, 2).

PEZO, D. **Nutritional diversity of maritime accessions of the Vingata Sectíon of Panicum**. 1987. Thesis. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.

PEZO, D.; ROMERO, F.; IBRAHIM, M. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. In: FERNÁNDEZ-BACA, S. (Ed.). **Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano**. Rome: FAO, 1992. p. 47-98.

PLAN DE DESARROLLO DE ANTIOQUIA, 2012-2015. 2012. Antioquia: Gobernación de Antioquia, 2012. 30 p.

RAZZ, R.; CLAVERO, T. Cambios en las características químicas de suelos en un banco de *Leucaena Leucocephala* y un monocultivo de *Bracharia brizantha*. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 23, n. 3, p. 331-337, 2006.

REYNOLDS, S. G. **Pastune - Cattle - Coconut systems**. Bangkok, Thailand: FAO. Regional Office for Asia and the Pacific, 1995. 59 p.

RYMER, C.; GIVENS, D. Relationships between patterns of rumen fermentation measured in sheep and in situ degradability and the in vitro gas production profile of the diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 101, n. 1-4, p. 31-44, Oct. 2002.

SAMARAKOON, S. R.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive quality of shaded *Stenotaphrum secondatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 2, p. 161-169, Apr. 1990.

SÁNCHEZ, P. ¿Hacia dónde va la agroforestería?. **Agroforesteria en las Américas**, v. 2, n. 5, p. 4-5, 1995.

SANDERSON, M. A.; STAIR, D. W.; HUSSEY, M. A. Physiological and morphological responses of penennial fonages to stress. **Advances in Agronomy**, v. 59, p. 171-224, 1997.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J.; RODRIGUES, M. R.; BARROS, E.; MACEDO, J. L. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 2, p. 85-102, 2001.

SHELTON, H. M.; HUMPHREYS, L. R.; BATELBO, C. Pastunes in the plantations of Asia and the Pacific: perfomance and prospects. **Tropical Grasslands**, v. 21, p. 159-168, 1987.

SOLIVA, C. R.; HESS, H. D. Measuring methane emission of ruminants by in vitro and in vivo techniques. In: MAKKAR, H. P. S.; VERCOE, P. E. (Ed.). **Measuring methane production from ruminants**. Vienna: Springer, 2007. p. 15-31.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 3-4, p. 185-197, Aug. 1994.

UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta: rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, p. 625-637, July 1980.

VAN AARDENNE, J. A.; DENTENER, F. J.; OLIVIER, J. G.; GOLDEWIJK, C. G. K.; LELIEVELD, J. A High resolution dataset of historical anthropogenic trace gas emissions for the period 1890-1990. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 15, n. 4, p. 909-928, Dec. 2001.

VELÁSQUEZ, P. Respuesta fisiológica al estrés por calor de vacas criollas San Martinero In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE RAZAS AUTÓCTONAS Y CRIOLLAS, 3., 1996, Bogotá. **Memorias**... Bogotá, 1996. 75 p.

VELDKAMP, E. Organic carbón turnover un three tropical soils under pasture after deforestation. **Soil Science Society American Journal**, v. 58, p. 175-180, Jan. 2004.

WALLER, J.; MERCHEN, N.; HANSON, T.; KLOPFENSTEIN, T. Effect of sampling intervals and digesta markers on abomasal flow determinations. **Journal of Animal Science**, v. 50, n. 6, p. 1122-1126, June 1980.

WESTON, R. H. Animal factors affecting intake. In: HACKEN, J. B. (Ed). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farmham Royal, UK: CAB, 1982. p. 183-198.

WILSEY, J. Urea additions and defoliation affect plant responses to elevated CO2 in a C3 grass from Yellowstone National Park. **Oecologia**, v. 108, n. 2, p. 321–327, Oct. 1996.

WILSON, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality In: HACKEN, J. B. (Ed). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farmham Royal, UK: CAB, 1982. p. 111-131.

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed). **Forages for plantation crops**. Camberra, Australia: ACIAR, 1991. p. 10-24. (ACIAR Proceedings, 32).

WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages: a review. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed). **Forages for plantation crops**. Camberra, Australia: ACIAR, 1991. p. 64-69. (ACIAR Proceedings, 32).

ZELADA, E. E. **Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la Zona Atlántica de Costa Rica**. 1996. 88 f.Tesis. Catie, Turrialba, Costa Rica.



Capítulo 49

Sistemas agroflorestais Mediterrânicos: situação atual e perspectivas futuras

Marina Castro
Adolfo Rosati
Anastasia Pantera
Gerardo Moreno
María Rosa Mosquera Losada

Introdução

As regiões mediterrânicas ocorrem na transição entre as zonas climáticas temperadas e tropicais, em latitudes que variam sensivelmente entre os 30° e 40° Norte e Sul, na parte oeste dos continentes (Gómez-Sal, 2000). Distribuem-se pela bacia do Mediterrâneo, África do Sul, sudoeste da Austrália, Chile e Califórnia. Na Europa, a região mediterrânica estende-se parcialmente pelos territórios da França, Itália, Espanha e Portugal, integralmente pelo território da Grécia, Malta e Chipre (Sundseth, 2009).

Estas regiões caracterizam-se por precipitações irregulares, verões secos e elevada sensibilidade a variações ambientais (altitude, exposição à radiação solar, relevo, solo, etc.) (Casals et al., 2009). As difíceis condições climáticas (frio no inverno e aridez no verão), conjugadas com a frequente baixa fertilidade dos solos (Llorens et al., 2013), traduz-se em baixa produtividade primária. A baixa produtividade florestal e agrícola, explica os usos tradicionais multifuncionais nesta região, com dominância dos usos silvipastoris. Por outro lado, a imprevisibilidade climática, favoreceu ao longo da história a procura da diversificação agrícola. Os sistemas integrados de uso do solo estão presentes em toda a região do Mediterrâneo, entre os exemplos mais notáveis destaca-se a Transumância (Ruiz; Ruiz, 1986) e a Transterminância, que permitem a exploração de recursos complementares no tempo e no espaço.

O uso do solo secular, na região Mediterrânica moldou a paisagem atual (Gómez Sal, 2000). As transformações induzidas pelo homem configuraram a paisagem, modificando comunidades de plantas e animais, a constituição genética de indivíduos, raças e ecotipos. A adaptação humana desenvolveu sistemas diferenciados de uso do solo e formas de exploração dos recursos. Entre eles, os usos multifuncionais como os agroflorestais, são de extrema importância nas regiões mediterrâneas.

Os sistemas agroflorestais foram definidos por diferentes autores (Nair, 1993) como combinações do uso do solo que envolvem "a integração deliberada de árvores e/ou arbustos com culturas agrícolas e/ou produção de gado, simultaneamente ou sequencialmente, na mesma superfície". Os sistemas agroflorestais caracterizam-se por otimizar os benefícios das interações biológicas entre estratos (árvores e/ou arbustos) e culturas no sub-bosque e/ou pastagens, e com eles a produção pecuária (Association for Temperate Agroforestry, 2015; European Agroforestry Association, 2015).

As referências históricas seculares à presença dos sistemas agroflorestais em toda a bacia do Mediterrâneo são abundantes. Por exemplo, na parte Norte da Península Ibérica, o povo celta tinha sistemas semelhantes aos do montado/*dehesa* e, os visigodos regulamentavam o uso de pastagens e "montanheira" (San-Miguel et al., 2002). Nair (1993) descreve a presença de gado em olivais e pomares de laranjeiras na época romana, mas as culturas intercalares de cereais ou outras anuais nos olivais remontam aos tempos pré-romanos. Há também registos de que o cultivo de trigo nas entrelinhas de oliveiras, em anos alternados, aumentando o rendimento da azeitona no ano seguinte (Eichhorn et al., 2006).

Ao longo dos séculos, os sistemas silvipastoris (árvores e animais) e os silviagrícolas (árvores e culturas agrícolas) persistiram devido à sua capacidade de satisfazer múltiplas

necessidades das populações, tornando-se parte ou mesmo sendo dominantes na paisagem (Ispikoudis et al., 1996 citado por Papanastasis et al., 2009).

No entanto, as transformações socioeconômicas verificadas após a Segunda Guerra Mundial induziram profundas alterações do uso do solo, tendo desaparecido muitos dos sistemas agroflorestais tradicionais em toda a Europa (Mosquera-Losada et al., 2012). Por outro lado, muitos dos que chegaram aos nossos dias estão ameaçados de degradação tanto por abandono como por intensificação, convertendo-se em bosques ou monoculturas, respetivamente. Apesar de todas estas transformações, na região Mediterrânica, o uso multifuncional do solo permaneceu em algumas áreas e tem despertado interesse crescente nos últimos tempos sobretudo devido a questões de natureza socio-ambientais. O presente capítulo procura dar uma visão geral dos sistemas agroflorestais mais comuns e difundidos nas regiões mediterrânicas da Europa e discutir suas perspectivas futuras.

Sistemas agroflorestais mediterrânicos

Os sistemas agroflorestais, quanto ao arranjo espacial e temporal dos seus componentes, foram identificados seis tipos na Europa por Mosquera-Losada et al., (2009), entre eles, o SILVIAGRÍCOLA e o SILVIPASTORIL, são os mais importantes nas regiões mediterrânicas, tanto em termos de área ocupada como de valor de mercado (renda para os agricultores) (Figura 1).



Foto: Marina M. F. de Castro

Figura 1. Sistema silvipastoril cultivado na região mediterrânea.

Descreveremos a seguir os sistemas mais comuns e representativos dessa região, identificando os componentes que formam o sistema e o tipo de práticas presentes. Começaremos por apresentar o caso das florestas pastejadas ("*grazed forest*") como o sistema agroflorestal de maior destaque nos países mediterrâneos (Figura 2).

Foto: Marina M. F. de Castro



Figura 2. Floresta pastejada na região mediterrânea.

Nas florestas pastejadas, a densidade de árvores é geralmente elevada (acima de 50% da cobertura) e essas raramente são manejadas, à exceção de alguns cortes intermediários, em que a madeira cortada é utilizada como lenha. Apresentamos a seguir outro sistema semelhante, os quais apresentam pastagens com árvores dispersas ("*wood pastures*"), onde o solo é predominado por pastagens naturais com árvores dispersas, que foram conservadas quando do desbaste da floresta nativa e das podas periódicas para alimento dos animais. Como exemplo desse sistema, descrevemos o caso dos montados e *dehesas* ibéricas, que constitui o sistema agrosilvipastoril mais conhecido na Europa. Finalmente, apresentamos os sistemas agroflorestais baseados em espécies arbóreas plantadas que são geridos como silvipastoris ou silviagrícolas, sendo os frutos das árvores o principal objetivo de produção do sistema. Entre eles, serão destacados os olivais, extensamente representados ao longo de todo o Mediterrâneo e os pomares de castanheiras para fruto (em Portugal conhecidos como soutos) presentes nas montanhas mediterrânicas.

Florestas pastejadas

O pastejo por animais domésticos dos bosques de carvalho, áreas de mata e outras áreas não cercadas, nos países mediterrânicos é provavelmente a mais antiga prática agroflorestal na Europa. O pastejo dos bosques representa um dos melhores exemplos de integração espacial e temporal ao nível da paisagem, uma vez que se caracteriza por uma estreita ligação entre agricultura, pecuária e silvicultura, associada a explorações familiares.

A paisagem mediterrânica é naturalmente complexa, como já foi mencionado anteriormente e, a diversidade dos ecossistemas resulta da topografia mista e de múltiplos microclimas regionais, que paulatinamente foi enriquecida pelos sistemas culturais adaptados à cada conjunto de condições particulares (Casals et al., 2009). Os ecossistemas foram moldados por interações dinâmicas entre as perturbações associados a milênios de uso agro-pastoril (i.e. desbastes, pastoreio, fogo) e, processos de regeneração da vegetação lenhosa (Barbero et al., 1990) resultando em uma paisagem heterogênea em

mosaico. Assim, a paisagem pode ser vista como um mosaico de pequenas unidades, contendo cada uma delas alguns atributos ecológicos diferenciais: diversidade biológica, estrutura ecológica e produtividade. Em particular, a alteração espaço-temporal dos picos de produtividade vegetal, seguindo a evolução fenológica, é uma das principais referências ecológicas para avaliar a adaptação dos sistemas de produção animal no Mediterrâneo (Gómez-Sal, 2000). Por tudo isto, os bosques pastejados podem ser vistos como um sistema silvipastoril icônico, com elevado valor natural e cultural, por outras palavras, eles simbolizam um estilo de vida do Mediterrâneo.

Os bosques pastejados incluem uma variedade de ambientes com diferentes espécies de quercíneas perenifólias em regime de talhadia ou alto fuste, (e.g. *Quercus ilex* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus suber* L.) e caducifólias (e.g. *Quercus pyrenaica* Willd, *Quercus faginea* Lam., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus ithaburensis* Decne., *Quercus cerris* L.) e quercíneas na forma arbustiva associadas a outras espécies de arbustos. É válido mencionar que a talhadia (em inglês " *coppicing*"), é basicamente o corte das árvores jovens e condução do broto para início de novo ciclo florestal. No caso destes sistemas silvipastoris, utilizando o material cortado como forragem para os animais.

A natureza, distribuição e função das árvores e outro tipo de vegetação lenhosa depende muito das condições específicas de cada região mediterrânica e a combinação de diferentes habitats ou manchas. Portanto, as espécies vegetais e a estratégia da sua exploração mudam ao longo do Mediterrâneo.

Os bosques melhoram a disponibilidade de forragem durante as estações quente e fria, fornecem sombra no verão e abrigo do vento e chuva no inverno. Adicionalmente, nestas regiões, os carvalhos produzem uma quantidade variável de frutos, conhecido como bolotas, que representam uma fonte adicional de energia no outono e no inverno, que é um período de escassez de alimento. As folhas dos *Quercus* (Carvalho) são geralmente palatáveis, o gado as consome dos rebentos que crescem na base da árvore, diretamente das copas quando baixas ou de ramos podados (a poda é praticada regularmente em ciclos rotacionais de alguns anos a décadas). Na maioria dos bosques do Mediterrâneo, os carvalhos são geridos como bancos de forragem.

Na Itália, as florestas pastejadas cobrem uma área de 361.000 ha (Plieninger et al., 2015) e cerca de 280.000 ha são dominados por *Quercus* (Bernetti, 1995). As espécies *Q. pubescens*, *Q. cerris, Q. suber,* e *Q. ilex* ocorrem em florestas mistas no centro e sul da Itália e ilhas (Pardini, 2009). Os carvalhos frequentemente existem como componentes de sistemas silvipastoris, integrando vários recursos na propriedade (Pardini; Nori, 2011). O sub-bosque compreende espécies palatáveis e alguns arbustos não palatáveis, mas geralmente não existe um estrato herbáceo desenvolvido, devido à reduzida radiação que atinge o solo. Estas florestas são pastejadas no verão, quando os animais procuram folhas verdes e sombra, e no inverno, quando a árvore protege os animais dos ventos frios (Pardini, 2006). Durante as estações de elevada produtividade (primavera e outono), o gado pastoreia as pastagens herbáceas não-florestais. A produção de pastagem nas florestas de quercíneas é baixa (1a 2 toneladas de matéria seca por hectare) mas o sub-bosque lenhoso (incluindo a regeneração da espécie e os rebentos de raiz) podem contribuir com 2 a 4 toneladas de matéria seca de folhas por hectare. O sub-bosque lenhoso é mais produtivo do que

o herbáceo, devido à maior capacidade de utilização dos recursos existentes (água e nutrientes) associados às suas raízes profundas e permanentes.

Q. pyrenaica é uma das espécies de carvalho mais abundantes e características da Península Ibérica, ocupa cerca de 600.000 ha (Santa Regina, 2000) na Espanha e 62.000 ha em Portugal (Carvalho, 1995) de um total de 3.677.100 ha e 1.072.400 ha de florestas pastejadas, respetivamente (Plininger et al., 2015). É uma espécie característica das zonas de transição entre a vegetação esclerofila típica do Mediterrâneo e as florestas decíduas temperadas (Tarrega et al., 2006), sendo restrita do sudoeste da Europa (oeste e noroeste da Espanha, sudoeste da França, nordeste de Portugal e de alguns locais isolados em Marrocos). Cresce em solos ácidos (Calvo et al., 2003) e ocorre na forma de talhadias ou florestas jovens (Castro, 2009).

As talhadias de carvalho negral (*Q. pyrenaica*) são um componente da paisagem, que em associação com outros usos do solo formam muitas vezes sistemas silvipastoris à escala da paisagem. Frequentemente, as árvores são cortadas em ciclos de 20 a 25 anos e a madeira obtida é vendida para lenha. Adicionalmente, as árvores têm um valor direto como forragem, fornecendo bolotas no outono e folhas que são usadas principalmente no verão (Castro et al,. 2000).

Estas talhadias são caracterizadas pela presença de um estrato arbóreo (400 – 1.100 pés ha^{-1}) com um sub-bosque dominado pela sua própria regeneração e em menor extensão por arbustos da família das leguminosas. O estrato herbáceo é normalmente escasso, com uma produção anual variando entre 570 – 2.500 kg MS ha^{-1} ano^{-1}).

O valor comercial da lenha e crescente preocupação ambiental de uma população europeia mais abastada contribuem para o valor potencial desse recurso emergente.

As florestas pastejadas dominadas por quercíneas são também comuns na Europa Oriental, onde o pastoreio de bolotas remonta a tempos imemoriáveis (Frazer, 1922). Na Turquia, as florestas de quercíneas de *Quercus infectoria* Oliv., *Q. cerris*, e *Q. pubescens* encontram-se distribuídas por diversas regiões, outras espécies como a Q. brantii Lindl. e Q. ithaburensis encontram-se sobretudo na região da Anatólia (Davis, 1982), as quais são usadas para pastoreio (Dufour-Dror, 2007). Também em Israel, florestas de *Q. ithaburensis* e *Q. calliprinos*, em associação com pequenos e médios arbustos e um significativo estrato herbáceo constituem um habitat muito valorizado e adequado para o pastoreio de vacas (Gutman et al., 2000; Dufour-Dror, 2007). Q. ithaburensis é uma espécie do leste do Mediterrâneo (Pantera et al., 2008), na Grécia forma sistemas silvipastoris e ocupa uma área superior a 420.000 ha de florestas pastejadas de diferentes tipos (Plininger et al., 2015). Esta espécie, foi usada no passado, explorando-se sobretudo a madeira, a bolota, e utilização para tanoaria (confecção de barris, pipas ou tonéis) (Grispos, 1936; Cristodoulopoulos, 1937; Tsitsas, 1978), atualmente é usada principalmente para pastejo, especialmente de ovinos, mas está em declínio devido ao sobrepastejo e abandono (Pantera; Papanastasis, 2003). A forma impressionante da árvore, bem como a resistência da sua madeira, influenciaram muito a economia, os artesãos e a civilização das áreas onde existiu no passado. Uma parte importante da economia da Grécia ocidental e principalmente da região de Aetoloakarnania, durante os séculos XVII a XIX, foi baseada

no comércio, particularmente de bolotas (Giannakopoulou, 2002). Durante o século XX, a reconversão de florestas em terras agrícolas, o sobrepastejo, a exploração madeireira ilegal e incêndios florestais confinaram esta espécie (*Q. ithaburensis*) a pequenos fragmentos florestais ou árvores isoladas em muitas regiões da Grécia continental e insular. O uso de produtos químicos de baixo custo levou a que as bolotas deixassem de ser utilizadas em tanoaria, tendo-se destinado o seu uso à alimentação animal. Em comparação com o passado, atualmente a espécie tem uma maior relevância ecológica que econômica (Pantera; Papanastasis, 2003). Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente para que estas espécies sejam incluídas em ações de reflorestamento e projetos de pesquisa (Fotelli et al., 2000; Tsakaldimi et al., 2000). O sub-bosque é composto principalmente de azinheiras (*Quercus ilex),* amendoeiras, oliveiras, alfarrobeiras, amoreiras, diversos arbustos incluindo os pequenos que fornecem alimento para ovinos, caprinos e suínos (Pantera et al., 2008). No passado recente, estes sistemas foram reconvertidos em olivais ou mesmo em campos agrícolas, mas com a descoberta de trufas negras nos sistemas agroflorestais, com a espécie *Q. ithaburensis*, aumentou o interesse na preservação dos mesmos (Pantera; Chrisopoulos, 2009). Na Turquia, ainda existe um grande interesse pela *Q. ithaburensis*, usada para produtos derivados de curtumes orgânicos, como artigos de couro, tapeçaria, etc.

Pastagens com árvores dispersas

Os montados/*dehesa* (em castelhano) são os sistemas agroflorestais mais proeminentes e difundidos na Península Ibérica, ocupando uma área de cerca de 3 milhões de ha, 2.248.000 ha no sudoeste de Espanha e 869.000 ha no sul de Portugal (Eichhorn et al., 2006; Associação Portuguesa de Cortiça, 2014), outras estimativas aumentam estes valores para mais de 3,5 milhões de ha na Espanha (Espanha, 2007) e reduzem-no para cerca de 600.000 de ha em Portugal (Lisboa, 2013) (Figura 3). Esses sistemas são praticados há milhares de anos (mais de 4.500 anos) (Stevenson; Harrison, 1992) como resultado da transformação progressiva da floresta nativa em usos da terra mais produtivos baseados na seleção de árvores (González-Bernáldez, 1995).



Fotos: Marina M. F. de Castro

Figura 3. Sistema agrossilvipastoril com bovinos denominado Montado.

Este sistema agrosilvipastoril foi originado a partir dos desbastes dos bosques perenifólios, onde árvores, gramíneas nativas, culturas e gado interagem positivamente sob práticas de gestão específicas (Campos, 2004; Joffre et al., 1999). Geralmente estes sistemas caracterizam-se por uma estrutura vegetal em dois estratos na mesma unidade de superfície: um arbóreo aberto do tipo savanoide e um herbáceo que pode ser pastagem ou cultura anual (Moreno; Pulido, 2009). O estrato arbóreo é dominado por quercíneas mediterrânicas perenifólias – azinheira (*Q. ilex*) ou sobreiro (*Q. suber*) – e em muito menor extensão, por quercíneas caducifólias (*Q. pyrenaica*, *Quercus faginea*). A densidade varia entre 20 e 80 árvores por hectare (Pinto-Correia; Mascarenhas, 1999). O sub-bosque é dominado por plantas anuais de inverno e, em menor extensão, por pequenos arbustos perenifólios (Vicente; Alés, 2006).

O sobreiro e a azinheira têm valor direto como forragem, proporcionando bolotas e folhagem e valor indireto como abrigo contra o frio do inverno e o calor do verão (Vicente; Alés, 2006). As bolotas são consumidas pelo gado após a sua queda no outono. As árvores são periodicamente podadas em anos de seca severa para aumentar a produção de bolotas. Os ramos podados constituem uma fonte de alimento adicional.

O montado ocorre sob condições mediterrânicas severas, ou seja, verões muito secos e longos. As temperaturas durante o verão atingem frequentemente os 30-40°C. A precipitação média varia entre os 500-600 mm anuais, distribuída irregularmente, e concentrando-se no período de Outubro a Março uma vez que as flutuações inter e intra-anuais são características deste tipo de clima (Correia, 1993).

O sobreiro domina nas áreas costeiras de Portugal, onde a influência oceânica é mais forte, enquanto a azinheira é característica das áreas mais secas e/ou mais frias.

Portugal é o maior produtor mundial de cortiça, com uma produção média anual de cerca de 100.000 t, o que corresponde a cerca de metade da produção mundial (Leal et al., 2006). A cortiça é retirada periodicamente ao longo da vida dos sobreiros e a produção média de cortiça por árvore adulta em cada ciclo de 9 anos varia entre 5 kg (árvores jovens) e 71 kg (árvores adultas) (Montero; Cañellas, 2003), iniciando-se este processo quando as árvores têm uma idade de 25-30 anos (Montero; Cañellas, 2003) (com diâmetro à altura do peito acima de 70 cm) (Leal et al., 2007).

No montado tradicional, o estrato herbáceo é mantido através do cultivo de cereal em rotações longas. A lavoura regular é geralmente realizada para evitar a colonização por arbustos. Nos últimos anos, esta prática tem sido associada à disseminação de doenças no sobreiro.

Esses sistemas são muito diversificados em termos de produção de espécies pecuárias, incluindo ovinos, caprinos, bovinos e suínos, tipicamente baseiam-se em raças nativas e baixas densidades. Os ovinos são a espécie mais adequada para a exploração da maioria dos montados. Os bovinos são encontrados nas condições mais húmidas, enquanto os caprinos são frequentemente utilizados como complemento para melhor aproveitamento da forragem lenhosa (Moreno; Pulido, 2009). Na Espanha é muito comum a criação de gado bravio para os espetáculos tauromáquicos. Geralmente, os suínos são introduzidos no montado durante o outono para explorar a produção sazonal de bolotas, Joffre et

al. (1999) descrevem um ganho de cerca de 60 kg de peso vivo ao longo de 75 dias, de Outubro a Fevereiro. Rupérez (1957 citado por Castro, 1998) relatou que 9 kg de bolotas de azinheira (*Q. ilex*) correspondem à produção de 1 kg de carne de porco.

Após a adesão de Espanha e Portugal à União Europeia em 1986, a gestão extensiva foi parcialmente substituída por uma gestão semi-intensiva, incluindo a substituição parcial de raças nativas por outras exóticas tidas como mais produtivas, aumentando as taxas de lotação, substituindo ovinos por bovinos e abandonando a transumância (deslocamento sazonal de rebanhos para locais que oferecem melhores condições durante uma parte do ano).

Esta prática antiga, particularmente importante na Espanha, movimentava centenas de milhares de animais domésticos das zonas planas de montado para as pastagens de montanha a cada começo de verão (quando os pastos da dehesa secavam e os pastos de montanha estavam verdes), regressando no meio de outono (quando as montanhas se tornam muito frias e os pastos nas dehesas recomeçavam a crescer). A transumância é considerada por alguns autores como elemento originário das dehesas e foi um componente fundamental da identidade cultural dos povos do Mediterrâneo.

Os montados ibéricos têm sido valorizados em termos de política internacional pela sua biodiversidade, qualidades estéticas e potencial de turismo e recreação. Os montados abrigam um elevado número de espécies e formam habitats com interesse conservacionista a nível europeu. Em estudos realizados por Marañón (1986) foram encontradas em áreas de apenas 1.000 m^2 de montado de azinheira 135 espécies de plantas vasculares e 60 a 100 nas de sobreiro. Os valores de diversidade de plantas, aves e borboletas mostraram-se similares, ou até mais elevadas, dos encontrados em habitats naturais ou seminaturais localizados na vizinhança (Díaz et al., 2003). Um outro inventário intensivo de biodiversidade efetuado em uma área de 220 ha de montado, permitiu identificar 264 espécies de fungos, 75 de briófitos, 304 de plantas vasculares e 121 de vertebrados (Santos-Reis; Correia, 1999). A principal explicação para os valores elevados de diversidade encontrados em dehesas é o cruzamento de habitats a várias escalas (da árvore até ao mosaico de usos do solo) que as paisagens de dehesa abrigam (Moreno; Pulido 2009).

Na Itália, as áreas de bosque onde a cobertura de árvores não é suficiente para serem classificados como floresta (porque as árvores são muito esparsas ou porque foram substituídas por arbustos), são identificadas com nomes específicos no sistema cadastral, como **Pascolo arborato** (pastagem com árvores dispersas com cobertura arbórea natural mas menos densa do que a floresta) (Figura 4), **Pascolo cespugliato** (pastagem com arbustos) ou **Prato arborato** (terra com alguma cobertura natural de árvores e onde o feno pode ser produzido, a partir de herbáceas espontâneas).

Foto: Marina M. F. de Castro



Figura 4. Pastagem com árvores dispersas na região mediterrânea.

Sistemas silviagrícolas: Olival

A oliveira (*Olea europeaea* L.) é considerada um dos melhores indicadores biológicos do clima mediterrânico (Blondel et al., 2010; Carrión et al., 2010) e o seu cultivo está associado ao desenvolvimento da civilização mediterrânica. Se considerarmos as referências culturais históricas, a oliveira é um elemento com forte presença na cultura dos povos que habitaram a região. Analisando por exemplo os aspetos religiosos, vemos que os pomares de oliveira são frequentemente descritos na Bíblia como áreas de pastejo para milhares de ovelhas, um outro ícone comum da cultura judaico-cristã é a caminhada de Jesus Cristo nos pomares de oliveira em Jerusalém.

Os olivais em associação com diversas culturas entre as árvores formam uma paisagem contínua em muitas partes do sul da Europa (Eichhorn et al., 2006). A oliveira intercalada com culturas agrícolas anuais é uma das formas de uso multifuncional mais representativo e completo da região mediterrânica, uma vez que produz uma grande diversidade de produtos na mesma unidade de superfície, entre eles, azeitonas para consumo humano (incluindo azeitonas de mesa e azeitonas para azeite), folhagem para alimentação animal (Molina-Alcaide; Yáñez-Ruiz, 2008) (Figura 5) e espaço para cultivar diversos tipos de culturas intercaladas. Na maioria das vezes, as oliveiras associam-se a cereais ou videiras, resultando em um sistema silviagrícola típico (Papanastasis et al., 2009).



Foto: Marina M. F. de Castro

Figura 5. Olival pastejado por ovinos na região mediterrânea.

Os olivais ocupam cerca de 376.524 ha em Portugal (Anuário vegetal, 2006), 2.500.000 ha na Espanha, 1.146.863 ha na Itália e 930.000 ha na Grécia (FAO, 2015). Cerca de 98% da produção mundial de azeite tem origem na região mediterrânica (Kiritsakis, 1998), sendo que cerca de 75% dessa produção vem dos três maiores produtores europeus (Espanha, Itália e Grécia). Em 2013 a produção mundial de azeite foi de 2.825.073 t sendo que a Espanha produziu 1.110.000 t, Itália 442.000 mil t e Grécia 305.009 mil t (FAO, 2015).

À parte da relevância econômica associada à alimentação, os aspetos socioculturais ligados a este produto são muito importantes, o azeite de oliva foi ao longo dos tempos usado na medicina tradicional, farmácia, cerimônias religiosas e iluminação (Kiritsakis, 1998). Atualmente, o uso do azeite na indústria cosmética mostra-se muito promissor.

Do ponto de vista ecológico, a oliveira pode ser encontrada em uma ampla gama de condições climáticas na zona Mediterrânica; invernos suaves e precipitação média entre 450-800 mm são ideais para esta espécie.

Tradicionalmente, a densidade do olival é de cerca de 100 a 125 árvores por ha (espaçamento de 9 × 9 ou 10 × 10 m). Nos sistemas mais intensivos, o espaçamento diminui para 6 x 6 m para azeitona de mesa e 7 x 7 m para a produção de azeite (Monteiro, 1999). Nos últimos anos, alguns olivais foram plantados em densidades ainda mais elevadas, cerca de 400 árvores por hectare (espaçamento de 7 × 3,5 m); mas no caso destes sistemas muito intensivos, o uso múltiplo não é um objetivo.

Na Grécia, por vezes, os olivais incluem laranjeiras, amendoeiras, nogueiras, figueiras e várias espécies para alimentação animal (Papanastasis et al., 2009). Em Portugal, é frequente o cultivo de cereais (centeio e aveia) para consumo direto dos animais ou o aproveitamento

do pasto das entrelinhas das oliveiras resultando em sistemas silvipastoris. Tal como referido anteriormente, as azeitonas são o principal produto deste sistema de cultivo, mas frequentemente os subprodutos (principalmente folhas de oliveira) estão integrados no sistema. Em muitos casos, onde a pecuária é integrada com o sistema agrícola, a poda das árvores fornece recursos adicionais, reduzindo assim os custos para a alimentação animal. De acordo com Delgado-Pertíñez et al. (2000) as folhas de oliveira no momento da poda têm um alto valor forrageiro com cerca de 12% de proteína bruta e 43% de matéria orgânica digestível (com base na matéria seca). Após a colheita comercial das azeitonas, ovinos e caprinos aproveitam os frutos deixados no solo. No passado, os rebanhos dormiam nos olivais durante o verão para fertilizar as árvores, promovendo, assim, a reciclagem de nutrientes, outro componente importante do seu uso multifuncional. O reaparecimento desta prática pode revelar-se muito útil para a produção orgânica. Outro uso do sistema é o aproveitamento das árvores velhas e improdutivas, assim como os materiais de poda, que podem ser usados para lenha.

Apesar do crescente interesse por produtos orgânicos do olival, os agricultores têm reconvertido os seus sistemas para monoculturas, que são mais fáceis de gerir. Uma das principais ameaças a esse sistema enquanto silvipastoril é a infestante *Oxalis pes-caprae*, muito disseminada na cobertura vegetal do sub-bosque, substituindo outras espécies mais interessantes para pastoreio. Uma ameaça mais grave ainda é a recente disseminação no sul da Itália de uma nova doença da oliveira, aparentemente relacionada a uma variedade particular de *Xylella fastidiosa*, bactéria responsável (embora com uma cepa diferente) pela doença de Pierce's em videiras. A doença está ano a ano se disseminando na Itália e começa a surgir em outros países.

A necessidade de preservação deste sistema agroflorestal está intimamente ligada ao seu valor cultural, social e ambiental. Com relação a este último aspeto, as oliveiras, reduzem a erosão do solo em condições de elevada sensibilidade ambiental, ajudando também a manter a paisagem tradicional e cultural. Do ponto de vista social, esta cultura contribui de forma significativa para o emprego da população rural e as azeitonas são um dos poucos produtos comercializáveis dos sistemas agrícolas de subsistência. Por último, o azeite é um dos produtos mais exportados pelos países mediterrânicos da Europa.

A recente baixa do preço do azeite e a dissociação da produção (e possível redução) dos subsídios ao setor oleícola têm reduzido a rentabilidade da olivicultura. Por outro lado, muitas vezes as oliveiras são protegidas por lei devido ao seu valor cultural e paisagístico, não podendo ser arrancadas, dificultando ainda mais a rentabilidade dos olivais tradicionais instalados em zonas desfavorecidas. Assim, novas práticas ou a reintrodução de alguns sistemas tradicionais que possibilitem outros retornos economicamente viáveis para os olivais seriam desejáveis. O pastoreio pode reduzir o custo de corte de infestantes e fertilização, reduzindo simultaneamente os custos da alimentação animal e de armazenamento do estrume. Os animais podem também transformar os restos da poda (que teria um custo para ser eliminado) em uma oportunidade (tornando-se alimento para os animais). Outras culturas economicamente viáveis podem ser cultivadas com sucesso sob as oliveiras, não apenas as culturas tradicionais, como cereais e espécies forrageiras, mas também novas culturas, como espargos selvagens (*Asparagus acutifolius*) ou aspargos verdes silvestres comestíveis (Rosati et al., 2009, 2012).

Os olivicultores geralmente têm propriedades muito pequenas. Na Itália, por exemplo, há mais de um milhão de olivicultores com propriedades com área média de um hectare, sendo que muitas delas têm menos que um hectare. Portanto, grande parte do cultivo da azeitona é para a subsistência da família. Nestas circunstâncias, o aumento do número de culturas e produtos que podem ser obtidos a partir do olival pode ser interessante, pois o consumo direto não requer a burocracia necessária para a venda e, com o autoconsumo, o valor do produto é o de varejo, ou seja, maior que o que seria se vendido no atacado. Além disso, na Europa há um número crescente de explorações agrícolas dedicadas ao turismo (mais de 20 mil só na Itália), onde os produtos são oferecidos diretamente aos visitantes, muitas vezes após processamento ou cozidos (ou seja, maior valor agregado). Aumentar o número de produtos que podem ser obtidos a partir do olival pode atrair mais clientes, interessados na produção local da propriedade para o agroturismo, e melhorar o desempenho econômico da exploração.

Na Itália, usos com árvores dispersas e culturas lenhosas (arbóreas) são classificadas no sistema cadastral como "seminativo arborato". Até o século passado, as árvores cultivadas no "seminativo arborato" incluíam não apenas árvores frutíferas, mas também árvores forrageiras (ulmeiro, freixo, carvalho) que eram usadas ao mesmo tempo como suportes para as videiras. Hoje em dia, esses sistemas praticamente desapareceram, mas os poucos remanescentes são frequentemente promovidos como um valor cultural/histórico adicional aos seus produtos (ou seja, vinho).

Sistemas silviagrícolas: souto

A *Castanea sativa* ocupa mais de 2,5 milhões de ha na Europa (Díaz-Varela et al., 2011), distribuindo-se do Sul do Mediterrâneo à Europa Central, Atlântica e Leste. É considerada uma espécie nativa na Península Ibérica. Esta espécie é cultivada desde tempos imemoráveis e foi o meio de subsistência para as populações rurais das montanhas (Álvarez-Álvarez et al., 2010) até que a batata a substituísse como alimento básico diário. No norte de Portugal, começou a ser cultivada nos tempos dos Romanos (Sales-Luis; Monteiro, 1998) e tem sido explorada na forma de talhadias ou pomares (soutos). Entre um grande número de produtos associados aos soutos, os cogumelos têm sido os mais valorizados tanto para o consumo em fresco como para a indústria alimentar (Scarascia-Mugnozza et al., 2000). Os ecossistemas das castanheiras são também relevantes na pecuária nas regiões montanhosas.

A castanheira ocorre sob os mais variados climas, em condições mediterrâneas, com precipitação anual de 600-700 mm e seca no verão, até em condições atlânticas, com mais de 1.700 mm de precipitação distribuídas uniformemente ao longo do ano (Díaz-Varela et al., 2011). Como esta espécie é sensível ao frio e a geadas severas e a produção de frutos dependente de certo grau de calor e insolação no verão, os povoamentos de castanheiras raramente ocorrem em altitudes acima de 1.200 m em relação ao mar (Díaz-Varela et al., 2009 citado por Díaz-Varela et al., 2011).

Segundo estimativas da FAO em 2012, a área de cobertura dos castanhais é de 34.800 ha em Portugal, 25.000 ha na Itália, 7.000 ha na Espanha (principalmente na Região da Galiza) e 6.900 ha na Grécia. A área dos castanhais tem crescido nos últimos anos, sendo

a taxa atual de plantação para Portugal, norte da Espanha e França estimada em 4.500 ha ano^{-1} (Álvarez-Álvarez et al., 2004). Infelizmente, há também uma elevada taxa de mortalidade causada por doenças, como o cancro do castanheiro e a tinta do castanheiro (*Cryphonectria parasitica* Murr Barr. e *Phytopthora* sp.) que afetam diversas áreas de produção de castanha, principalmente em Portugal, Espanha e Itália.

As condições favoráveis de mdzxxercado e o abandono progressivo da agricultura, em monocultivo, têm estimulado o estabelecimento de novos pomares. Além disso, no contexto da regulação europeia que tem promovido os produtos agrícolas e gêneros alimentícios de qualidade, a castanha tem sido objeto de proteção institucional (Denominação de Origem Protegida - DOP).

Nas situações mais comuns, as castanheiras são cultivadas para a produção de fruto, com uma densidade de cerca de 70 a 100 árvores ha-1 (espaçamento de 12 x 12 ou 10 x 10 m), mas podem formar outros diferentes tipos de sistemas agroflorestais. vhhhhTambém há outras situações nas quais os pomares de castanheira são cultivados com cereais para consumo direto de ovelhas; em outros casos, a vegetação espontânea é beneficiada e usada para pastagem pelos animais, resultando assim em um típico sistema silvipastoril. Recentemente, também se têm desenvolvido sistemas nos quais se estabelece pastagem sob as árvores para melhorar as técnicas de colheita mecânica (Castro, 2009). Em todas as situações, as castanhas deixadas no chão após a colheita comercial são aproveitadas por rebanhos de ovinos. Em Portugal, a utilização deste recurso está limitada aos ovinos, uma vez que os proprietários dos pomares receiam que outro tipo de animal produza danos nas árvores. Na Galiza, atualmente, a castanha de reduzida qualidade, sem valor comercial, é usada para alimentar animais em estábulo, aumentando a qualidade da carne e, portanto, a rentabilidade da empresa (Rigueiro-Rodríguez et al., 2004).

A castanheira, deliberadamente cultivada, ao longo dos últimos 400 anos, em certas áreas da Grécia, produz diversos produtos, entre os quais podemos destacar; fruto, madeira de qualidade, mel, lenha, vida selvagem, carne, lazer/turismo etc. (Pantera; Mouflis, 1996). Como em muitas áreas da Grécia, a castanheira faz parte de uma comunidade subclímax, o seu cultivo incluía a limpeza de espécies infestantes, enxertia de castanheiros silvestres e podas (Pantera; Mouflis, 1996). A maioria destes sistemas foi abandonada em décadas recentes, devido à sua baixa rentabilidade (escassa e dispendiosa mão de obra) face aos rendimentos mais favoráveis oriundos do turismo que as populações rurais conseguem obter. Outra significativa ameaça a estes sistemas, é o cancro do castanheiro que tem dizimado um elevado número de árvores nos últimos anos.

Na Grécia, é também frequente a combinação de castanheira com outras espécies (*Fagus* sp., *Ilex aquifolium*, *Tilia* sp., *Caprinus orientalis*, *Aesculus hippocastanum*, pomares de macã e pêra), para suporte alimentar de animais domésticos, e selvagens, tais como lobos, cães selvagens, javalis, contribuindo de forma muito significativa para a biodiversidade dessas áreas (Schultz et al., 1987; Papanastasis et al., 2009).

Em relação à valorização do produto e redução das limitações impostas à produção têm sido dados alguns passos significativos. Em Portugal, apesar dos agricultores continuarem a lavrar os seus pomares de castanheiro várias vezes por ano, sobretudo por questões

culturais, alguns deles, estão conscientes do efeito negativo desta prática no solo e na sua contribuição para a propagação da doença da tinta. O que tem motivado alguns agricultores a manter ou reintroduzir sistemas silvipastoris, reduzindo assim a necessidade de revolvimento do solo frequente.

Nos últimos anos, têm sido caracterizadas variedades de castanha, regionais por associações de produtores, como forma de valorização do produto. Por exemplo, o IGP (Indicación Geográfica Protegida de Castaña de Galicia) caracterizou cerca de 100 variedades de castanha em toda a Galiza, das quais oito variedades foram declaradas de elevado interesse comercial. Foram criadas algumas empresas muito rentáveis sendo a maioria delas importantes na exportação de produtos manufaturados de Espanha.

Considerações finais

A região do Mediterrâneo sempre se caracterizou por restrições abióticas significativas à especialização, tendo sempre predominado a diversificação agrícola. Vários produtos de sucesso, como vinho, azeite, frutas frescas e nozes, bem como os sistemas extensivos de produção de carne e queijo são produzidos em sistemas agroflorestais. Ao longo dos tempos, as florestas mediterrâneas foram sempre exploradas em uma perspectiva de uso multifuncional, desempenhando funções de conservação do solo e da água, entre outras, e produzindo produtos florestais lenhosos e não lenhosos (Croitoru; Merlo, 2005). Entre os produtos lenhosos florestais, a preponderância da cortiça, resina, carvão vegetal, lenha, relativos à produção madeireira, é considerável. Nesse contexto, as florestas mediterrâneas podem ser consideradas como componentes-chave do capital natural nesta região. Os benefícios fornecidos pelo capital natural incluem bens e serviços; dos quais a sociedade humana obtém valor ambiental, social e econômico (Costanza et al., 1997).

As alterações climáticas Globais previstas, poderão condicionar o fornecimento de serviços ecossistêmicos vitais para o bem-estar humano (Schröter et al., 2005). A bacia do Mediterrâneo é um *hotspot* para a biodiversidade (Myers et al., 2000) e alterações climáticas (Giorgi, 2006). Os níveis regionais de aridez aumentaram nas últimas décadas, reforçando a ideia de que impactos severos das alterações climáticas sobre a biodiversidade devem ser esperados nessa região (Settele et al., 2014 citado por Correia et al., 2015). Por outro lado, alterações no clima também terão consequências associadas aos componentes bióticos (frequência e consequências dos surtos de pragas e doenças) e perturbações abióticas (mudanças na ocorrência de incêndios, mudanças na frequência e intensidade das tempestades) com fortes implicações para os ecossistemas florestais e a economia (Lindner et al., 2010). A severidade dos impactos nos bens e serviços dos ecossistemas depende da situação regional e das mudanças específicas no clima. A vulnerabilidade às alterações climáticas também depende da capacidade dos ecossistemas naturais e da sociedade para lidar com os impactos (Schröter et al., 2005). Neste contexto, os sistemas agroflorestais parecem ser mais resilientes, em parte porque alguns deles são ecossistemas antigos que têm uma longa história de adaptação e, também por causa de sua complexidade ecológica (por exemplo, mais de um estrato, diversidade de espécies e interações). Por outro lado, esses sistemas fornecem uma variedade de produtos que podem ser úteis no contexto da segurança alimentar no futuro. Assim, os sistemas agroflorestais na região do Mediterrâneo são importantes não apenas pelos seus benefícios ecológicos

(por exemplo, melhoria do uso de nutrientes, aumento do sequestro de carbono, redução do risco de incêndio e aumento da biodiversidade (Rigueiro-Rodríguez et al., 2005) mas também devido à sua contribuição para a segurança alimentar e o bem-estar humano.

A Política Agrícola Comum Europeia deve considerar os sistemas agroflorestais como uma meta para aumentar o uso da vegetação lenhosa nos países mediterrâneos, pois isso fará:

- Aumentar a produção de biomassa e a rentabilidade agrícola se um sub-bosque adequado for selecionado;
- Preservar a biodiversidade já adaptada a esses sistemas, que poderia ser reduzida se tais sistemas não forem mantidos;
- Aumentar a resiliência dos sistemas graças a uma melhor adaptação às alterações climáticas (reduzindo os impactos das inundações ou secas nas plantações);
- Reduzir o risco de incêndios e, portanto, conter as emissões dos GEE's;
- Aumentar a capacidade do sistema mediterrâneo para funcionar como um sequestrador de Carbono (graças ao perfil de raízes mais profundo das árvores).

Para atingir esses objetivos, os sistemas agroflorestais tradicionais devem ser mantidos e otimizados, onde for possível, para torná-los mais vantajosos, sistemas novos e inovadores devem ser estudados, combinando os benefícios dos sistemas tradicionais com práticas agrícolas modernas, para melhorar o rendimento agrícola através de intensificação sustentável da produção.

Referências

ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P.; DÍAZ-VARELA, E.; CÁMARA-OBREGÓN, A.; AFIF-KHOURI, E. Relating growth and nutrition to site factors in young chestnut plantations established on agricultural and forest land in northern Spain. **Agroforestry Systems**, v. 79, n. 3, p. 291-301, July 2010.

ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P. **Viveros forestales y uso de planta en repoblación en Galicia**. 2004. Thesis (Doctoral) – Departamento de Prodcción Vexetal, Escola Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.

ANUÁRIO Vegetal 2006: crop production yearbook. Lisboa: Gabinete de Planeamento e Políticas, 2006. 278 p. Disponível em: <http://213.30.17.29/publicacoes_period.html>. Acesso em: 14 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CORTIÇA. 2014. Disponível em: <http://www.apcor.pt>. Acesso em: 14 set. 2015.

ASSOCIATION FOR TEMPERATE AGROFORESTRY. Disponível em: http://www.aftaweb.org>. Acesso em: 14 set. 2015.

BERNETTI, G. **Selvicoltura speciale**. Torino, Italy: UTET, 1995.

BLONDEL J. J.; ARONSON J.; BODIOU J. Y.; BOEUF, G. **The Mediterranean region**: biological diversity in space and time. Oxford, UK: Oxford University Press, 2010.

CALVO, L.; SANTALLA, S.; MARCOS, E.; VALBUENA, L.; TARREG, R.; LUIS, E. Regeneration after wildfire in communities dominated by Pinus pinaster, an obligate seeder, and in others dominated by *Quercus pyrenaica*, a typical resprouter. **Forest Ecology and Management**, v. 184, n. 1-3, p. 209-223, Oct. 2003.

CAMPOS, P. Towards a sustainable global economics approach for Mediterranean agroforestry systems. In: SCHNABEL, S.; FERREIRA, A. (Ed.). **Sustainability of agrosilvopastoral systems**. Reiskirchen, Germany: Catena Verlag, 2004. p. 13–28. (Advances in GeoEcology, 37).

CARRIÓN, Y.; NTINOU, M.; BADAL, E. *Olea europaea* L. in the north Mediterranean basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. **Quaternary Science Reviews**, v. 29, n. 7-8, p. 952–968, Apr. 2010.

CARVALHO, J. A ***Quercus pyrenaica*** **Willd e a condução dos seus povoamentos**. Vila Real: UTAD. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, 1995. 143 p.

CASALS, P.; BAIGES, T.; BOTA, G.; CHOCARRO, C.; BELLO, F. de; FANLO, R.; SEBASTIÀ, M. T.; TAULL, M. Silvopastoral systems in the Northeastern Iberian Peninsula: a multifunctional perspective. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 255–267.

CASTRO, M. Et**ude comparative de deux surfaces fourrageres dans un systeme agroforestier**: valeur nutritive et utilisation de la vegetation par les animaux. 1998. Thèse (Master) - École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Montpellier, France.

CASTRO, M. **Análisis de la Interacción vegetación-herbívoro en sistemas silvo-pastorales basados en *Quercus pyrenaica***. 2004. Tesis (Doctoral) - Universidad de Alcalá, Spain.

CASTRO, M. Silvopastoral systems in Portugal: current status and future prospects. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 111–126.

CASTRO, M.; CASTRO, J.; ESTEVES, A.; TEIXEIRA, A.; GÓMEZ SAL, A. Les parcours annuels des troupeaux d'ovins dans la région de montagne de Trás-os-Montes e Alto Douro, au Portugal. In: ILHAM, A. (Ed.). **Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean**. Wageningen: Wageningen Press, 2000. p. 3–11.

CORREIA, R. A.; HASKELL, W. C.; GILL, J. A.; PALMEIRIM, J. M.; FRANCO, M. A. Topography and aridity influence oak woodland bird assemblages in southern Europe. **Forest Ecology and Management**, v. 354, p. 97-103, Oct. 2015.

CORREIA, T. P. Threatened landscape in Alentejo, Portugal: the "montado" and other "agro silvo-pastoral" systems. **Landscape and Urban Planning**, v. 24, n. 1-4, p. 43-48, July 1993.

COSTANZA, R.; ARGE, R. d'; GROOT, R. de; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUEL, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem service and natural capital. Nature, v. 387, p. 253–260, 1997.

CRISTODOULOPOULOS, A. Paragogi kai ekmetalefsi valanidiou valanidiou. (Production and use of the oak acorns). **Forest Life**, v. 87, p. 51–52, 1937.

CROITORU, L.; MERLO, M. Mediterranean forest values. In: MERLO, M.; CROITORU, L. (Ed.). **Valuing Mediterranean forests**: towards total economic value. Wallingford UK: CABI International, 2005. p. 37-68.

DELGADO-PERTÍÑEZ, M.; GÓMEZ-CABRERA, A.; GARRIDO, A. Predicting the nutritive value of the olive leaf (Olea europaea): digestibility and chemical composition and in vitro studies. **Animal Feed Science and Technology**, v. 87, n. 3-4, p. 187–201, Oct. 2000.

DÍAZ, M.; PULIDO, F. J.; MARAÑÓN, T. Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adehesados. **Ecosistemas**, v. 12, n. 2, 2003.

DÍAZ-VARELA, R. A.; ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P.; DIAZ-VARELA, E.; CALVO-IGLESIAS, S. Prediction of stand quality characteristics in sweet chestnut forests in NW Spain by combining terrain attributes spectral textural features and landscape metrics. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 11, p. 1962-1972, June 2011.

DÍAZ-VARELA, R. A.; CALVO-IGLESIAS, M. S.; DIAZ-VARELA, E. R.; CRECENTE-MASEDA, R. *Castanea sativa* forests: a threatened cultural landscape in Galicia NW Spain. In: KRZYWINSKI, K.; O'CONNELL, M.; KÜSTER, H. (Ed.). **Cultural landscapes of Europe**: fields of Demeter haunts of Pan. Bremen: Aschembeck Media, 2009. p. 94–95.

DUFOUR-DROR, J. M. Influence of cattle grazing on the density of oak seedlings in a Tabor oak forest in Israel. **Acta Oecologica**, v. 31, n. 2, p. 223-228, Mar./Apr. 2007.

EICHHORN, M. P.; PARIS, P.; HERZOG, F.; INCOLL, L. D.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K.; MAYUS, M.; MORENO, G.; PAPANASTASIS, V. P.; PILBEAM, D. J.; PISANELLI, A.; DUPRAZ, C. Silvoarable systems in Europe - past, present and future prospects. **Agroforestry Systems**, v. 67, n. 1, p. 29-50, Apr. 2006.

ESPANHA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. **Inventário Forestal Nacional**. 2007. Disponível em: <http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/inventario-forestal-nacional/default.aspx>. Acesso em: 1 set. 2015.

EUROPEAN AGROFORESTRY ASSOCIATION. **Agroforestry in Europe**. Disponível em: <http://www.eurafagroforestry.eu/welcome>. Acesso em: 15 jul. 2015.

FAO. **Faostat**. 2015. Disponível em: <http://faostat3.fao.org>. Acesso em: 14 set. 2015.

FOTELLI, M.; RADOGLOUK, K.; CONSTANTINIDOU, H. Water stress responses of seedlings of four Mediterranean oak species. **Tree Physiology**, v. 20, n. 16, p. 1065–1075, Oct. 2000.

FRAZER, J. G. **The magic art and the evolution of Kings**. London: MacMillan and Co., 1922. V. 2.

GIANNAKOPOULOU, E. Valonia oak forests (17th-19th centuries): factor of economy and competition incentive. In: PANTERA, A.; PAPADOPOULOS, A.; VELTSISTAS, T. (Ed.). **Valonia oak forest**: past, present and future: conference proceedings. Mesologi, 2002. p. 67–96.

GIORGI, F. Climate change hot-spots. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 8, L08707, Apr. 2006.

GÓMEZ-SAL, A. The variability of Mediterranean climate as an ecological condition of livestock production systems. In: ILHAM, A. (Ed.). **Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean**. Wageningen: Wageningen Press, 2000. p 3–11.

GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F. Western Mediterranean land-use systems as antecedents for semiarid America. In: TURNER II, B. L.; GÓMEZ-SAL, A.; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; CASTRI, F. di. (Ed.). **Global land use change**: a perspective from the Columbian Encounter. Madri: CSIC, 1995. p 131–149.

GRISPOS, P. The acorns extracts in forest industry. **Forest Life**, v. 44–45, p. 157–160, 1936.

GUTMAN, M.; HENKIN, Z.; HOLTZER, Z.; NOY-MEIR, I.; SELIGMAN, N. G. A case study of beef-cattle grazing in a Mediterranean-type woodland. **Agroforestry Systems**, v. 48, n. 2, p. 119-140, Mar. 2000.

JOFFRE, R.; RAMBAL, S.; RATTE, J. P. The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. **Agroforestry Systems**, v. 45, n. 1-3, p. 57–79, Mar. 1999.

KANIEWSKI, D.; VAN CAMPO, E.; BOIY, T.; TERRAL ,J. F.; KHADARI, B.; BESNARD, G. Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidences from the middle east. **Biological Reviews**, v. 87, n. 4, p. 885–899, Nov. 2012.

KIRITSAKIS, A. K. (Ed.). **Olive oil from the tree to the table**. 2. ed. Trumbull, Connecticut: Food and Nutrition Press, 1998.

KONIAK, G.; NOY-MEIR, I. A hierarchical, multi-scale, management-responsive model of Mediterranean vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, v. 220, n. 8, p. 1148-1158, Apr. 2009.

LEAL, S.; SOUSA, V. B.; PEREIRA, H. Within and between-tree variation in the biometry of wood rays and fibres in cork oak (*Quercus suber_L*.). **Wood Science Technology**, v. 40, n. 7, p. 585–597, Oct. 2006.

LEAL, S.; SOUSA, V. B.; PEREIRA, H. Radial variation of vessel size and distribution in cork oak wood (*Quercus suber* L.). **Wood Science Technology**, v. 41, n. 4, p. 339–350, Apr. 2007.

LINDNER, M.; MAROSCHEK, M.; NETHERER, S.; KREMER, A.; BARBATI, A.; GARCIA-GONZALO, J.; SEIDL, R.; DELZON, S.; CORONA, P.; KOLSTRÖM, M.; LEXER, M. J.; MARCHETTI, M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 4, p. 698-709, Feb. 2010.

LISBOA. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. **Inventário Florestal Nacional**. 2013. Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn>. Acesso em: 14 set. 2015.

LLORENS, P.; LATRON, J.; ÁLVAREZ-COBELAS, M.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; MORENO, G. Hydrology and biogeochemistry of mediterranean forests. In: LEVIA, D. F.; CARLYLE-MOSES, D.; TANAKA, T. (Ed.). **Forest Hydrology and Biogeochemistry**: synthesis of past research and future directions. Dordrecht: Springer, 2013. p. 301-319. (Ecological studies, 216).

MARAÑÓN, T. Plant species richness and canopy effect in the savanna-like "dehesa" of S.W. Spain. **Ecologia Mediterranea**, v. 12, n. 1-2, p. 131-142, 1986.

MOLINA-ALCAIDE, E.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 1-3, p. 247-264, Nov. 2008.

MONTEIRO, A. M. **A Oliveira**. Mirandela, Portugal: João Azevedo, 1999.

MONTERO, G.; CAÑELAS, I. The silviculture of cork oak woodlands in Spain. **Silva Lusitana**, v. 11, n. 1, p. 1–19, jun. 2003.

MORENO, G.; PULIDO, F. J. The Functioning, management and persistence of Dehesas. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 255–267.

MOSQUERA-LOSADA, M. R.; MCADAM, J. H.; ROMERO-FRANCO, R.; SANTIAGO-FREIJANES, J. J.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. Definitions and components of agroforestry practices. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 3-19.

MOSQUERA-LOSADA, M. R.; MORENO, G.; PARDINI, A.; MCADAM, J. H.; PAPANASTASIS, V.; BURGESS, P. J.; LAMERSDORF, M.; CASTRO, M.; LIAGRE, F.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. Past, present, and future of agroforestry systems in Europe. In: NAIR, P. K. R.; GARRITY, D. (Ed.). **Agroforestry**: the future of global land use. Dordrecht: Springer, 2012. p. 286-312. (Advances in agroforestry, v. 9).

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NAIR, P. K. R. State-of-the-art of agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, n. 1-4, p. 5–29, Nov. 1991.

NAIR, P. K. R. **An introduction to Agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: ICRAF, 1993.

PANTERA, A.; CHRISOPULOS, C. The Valonia oak of truffles and the truffles of valonia oak. 2009. Disponível em: <http://www.greenapple.gr/articlesdesc.php?id=297>. Acesso em: 6 jul. 2009.

PANTERA, A.; MOUFLIS, G. Agroforestry: the union of forestry, agriculture and/or pasture. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 1996, Denver, Colorado. **Proccedings**... Chadron, Nebraska: Chadron State College, 1996. p. 46-52.

PANTERA, A.; PAPADOPOULOS, A.; FOTIADIS, G.; PAPANASTASIS, V. P. Distribution and phytogeographical analysis of *Quercus ithaburensis* ssp. macrolepis in Greece. **Ecologia Mediterranea**, v. 34, p. 73-82, 2008.

PANTERA, A.; PAPANASTASIS, V. P. Valonia oak (*Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. macrolepis (Kotschy) Hedge & Yalt.) in Greece. **Geotechnical Scientific Subjects**, v. 14, n. 1, p. 33–44, 2003.

PAPANASTASIS, V.; MANTZANAS, P. K.; DINI-PAPANASTASI, O.; ISPIKOUDIS, I. Traditional agroforestry systems and their evolution in Greece. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 89–109.

PARDINI, A. A perspective on the valorization of agro-silvo-pastoral systems in the Mediterranean Basin. In: LATIN AMERICAN AGROFORESTRY CONGRESS, 4., 2006, Cuba. **Proceedings**… 2006.

PARDINI, A. Agroforestry systems in Italy: traditions towards modern management. In: RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A.; MCADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (Ed.). **Agroforestry in Europe**: current status and future prospects. New York: Springer, 2009. p. 255–267.

PARDINI, A.; NORI, M. Agro-silvo-pastoral systems in Italy: integration and diversification. **Pastoralism**: Research, Policy and Practice, v. 1, n. 1, art. 26, Dec. 2011.

PINTO-CORREIA, T.; MASCARENHAS, J. Contribution to the extensification / intensification debate: new trends in the Portuguese montado. **Landscape and Urban Planning**, v. 46, n. 1-3, p. 125-131, Dec. 1999.

PLIENINGER, T.; HARTEL, T.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; BEAUFOY, G.; BERGMEIER, E.; KIRBY, K.; MONTERO, M. J.; MORENO, G.; OTEROS-ROZAS, E.; VAN UYTVANCK, J. Wood-pastures of Europe: geographic coverage, social–ecological values, conservation management, and policy implications. **Biological Conservation**, v. 190, p. 70-79, Oct. 2015.

RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; SANTIAGO-FREIJANES, J. J.; FERREIRO-DOMÍNGUEZ, N.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M. P.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. Celtic pig production in chestnut extensive systems in Galicia. In: EUROPEAN AGROFORESTRY CONFERENCE, 2., 2014, Cottbus, German. **Integrating science & policy to promote Agroforestry in practice**: proceedings. Lisboa: EURAF, 2014.

ROSATI, A.; CAPORALI, S.; PAOLETTI, A. Olive, asparagus and animals: an agroforestry model for temperate climate in developed countries. In: SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY AND OLIVE PRODUCTS QUALITY IN THE MEDITERRANEAN (OLIVEBIOTEQ), 3., 2009, Sfax, Tunisia. **For a renovated, profitable and competitive Mediterranean olive growing sector**: proceedings. Sevilla: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, 2009.

ROSATI, A.; CASTELLINI, C.; DAL BOSCO, A.; MUGNAI, C.; PAOLETTI, A. **Manuale per la coltivazione consociata olivo, asparago selvatico, pollo rustico**. PERUGIA: Edizioni 3A-PTA, 2012. 87 p.

RUIZ, M.; RUIZ, J. P. Ecological history of transhumance in Spain. **Biological Conservation**, v. 37, n. 1, p. 73–86, 1986.

SALES-LUIS, J. F.; MONTEIRO, M. L. Dynamics of a broadleaved (*Castanea sativa*) conifer (*Pseudotsuga menziesii*) mixed stands in northern Portugal. **Forest Ecology and Management**, v. 107, n. 1-3, p. 183–190, Aug. 1998.

SAN MIGUEL, A. Mediterranean european silvopastoral systems. In: MOSQUERA-LOSADA, M. R.; RIGUEIRO, A.; MCADAM, J. (Ed.). **Silvopastoralism and sustainable land management**. Wallingford, UK: CABI International, 2005. p 36-40.

SANTA REGINA, I. Biomass estimation and nutrient pools in four *Quercus pyrenaica* in Sierra de Gata Mountains, Salamanca, Spain. **Forest Ecology and Management**, v. 132, n. 2-3, p. 127-141, July 2000.

SANTOS-REIS, M.; CORREIA, A. I. (Ed.). **Caracterização da flora e fauna do montado da Heredade da Ribeira Abaixo (Grândola, Baixo Alentejo)**. Lisboa: CBA, 1999.

SCARASCIA-MUGNOZZA, G.; OSWALD, H.; PIUSSI, P.; RADOGLOU, K. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. **Forest Ecology and Management**, v. 132, n. 1, p. 97–109, June 2000.

SCHRÖTER, D.; CRAMER, W.; LEEMANS, R.; PRENTICE, C.; ARAÚJO, M. B.; ARNELL, N. W.; BONDEAU, A.; BUGMANN, H.; CARTER, T. R.; GRACIA, C. A.; VEGA-LEINERT, A. C. de la; ERHARD, M.; EWERT, F.; GLENDINING, M.; HOUSE, J. I.; KANKAANPA, S.; KLEIN, R. J. T.; LAVOREL, S.; LINDNER, M.; METZGER, M. J.; MEYER, J.; MITCHELL, T. D.; REGINSTER, I.; ROUNSEVELL, M.; SABATE, S.; SITCH, S.; SMITH, B.; SMITH, J.; SMITH, P.; SYKES, M. T.; THONICKE, K.; THUILLER, W.; TUCK, G.; ZAEHLE, S.; ZIERL, B. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. **Science**, v. 310, p. 1333 -1337, Nov. 2005.

STEVENSON, A. C.; HARRISON, R. J. Ancient forest in Spain: a model for land-use and dry forest management in South-West Spain from 4000 BC to 1900 AD. **Proceedings of the Prehistoric Society**, v. 58, p. 227–247, 1992.

SUNDSETH, K. **Natura 2000 in the Mediterranean region**. Luxembourg: EU Publications, 2009.

TARREGA, R.; CALVO, L.; MARCOS, E.; TABOADA, A. Forest structure and understory diversity in *Quercus pyrenaica* communities with different human uses and disturbances. **Forest Ecology and Management**, v. 227, n. 1-2, p. 50-58, May 2006.

TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; GOUNARIS, N.; ZAGAS TSITSONI, T.; CHATZISTATHIS, A. Water potential effect on the quality of annual seedlings. In: HELLENIC FORESTRY ASSOCIATION CONFERENCE, 9., 2000, Kozani. **Proceedings**… Greece: HFS, 2000. p. 170–179.

TSITSAS, S. **The Wildtrees of the mountain and the hills**: history, mythology, laography, poetry, physiolatry. Athens, 1978.

VICENTE, A. M.; ALÉS, R. F. Long term persistence of dehesas: evidences from history. **Agroforestry Systems**, v. 67, n. 1, p. 19–28, Apr. 2006.



Capítulo 50

Potencial de sistemas de produção integrados em zonas áridas e semiáridas da África*

Horst-Jürgen Schwartz

* Tradução livre da língua inglesa para a língua portuguesa realizada por Davi J. Bungenstab com consentimento do autor. Para acesso ao texto original em ingês, favor contatar os editores.

Introdução

Nas últimas décadas, a incorporação de árvores e outras plantas lenhosas em sistemas de produção agrícola tem recebido cada vez mais atenção científica, mas também um crescente interesse das agências de desenvolvimento que atuam em áreas agrícolas na África. Sistemas agroflorestais, silvipastoris e agrossilvipastoris são vistos e promovidos como meio de aumentar a produção de alimentos, enquanto proporcionam valiosos serviços ambientais. Alega-se que tais sistemas impedem e até revertem a degradação generalizada do solo, melhoram e diversificam o universo de produtos agrícolas, e protegem a biodiversidade local e regional.

Atribui-se às árvores a capacidade de melhorar a disponibilidade de água para as culturas adjacentes através da interceptação da precipitação, de efeitos benignos da evapotranspiração, do aumento da infiltração de água e caso as árvores estejam presentes em densidades elevadas, também induzem chuvas. Nas regiões sub-úmidas e semiáridas a disponibilidade de nutrientes para as plantas é frequentemente maior sob as copas de árvores do que em áreas sem este componente. Três processos podem explicar isso: o primeiro é a redistribuição dos nutrientes por meio dos grandes sistemas radiculares, comuns em plantas lenhosas de ambientes mais secos, através do transporte de nutrientes por escoamento superficial, e da deposição de esterco dos animais que buscam sombra. O segundo é por meio da redução de perdas pelo menor índice de erosão, por meio da recaptura de nutrientes lixiviados pelo enraizamento profundo de plantas lenhosas e por meio da reciclagem com o desfolhamento sazonal. O terceiro e mais importante é o enriquecimento pela fixação de nitrogênio por espécies leguminosas e a melhoria na absorção de fósforo por meio da associação de micorriza e fungos à raiz. A obtenção efetiva desses benefícios potenciais depende de conjuntos complexos de condições bióticas e abióticas. A quantidade e distribuição de chuvas, as várias propriedades do solo, bem como o uso da terra no presente e no passado são os principais fatores que determinam se as espécies lenhosas podem estabilizar ambientes agrícolas africanos e contribuir para os objetivos de desenvolvimento almejados.

Os capítulos anteriores demonstraram detalhadamente o status atual e os avanços dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil. Este capítulo pretende apresentar um resumo da situação destes sistemas na África Subsaariana (ASS). O Brasil e a ASS têm muito em comum em termos de potencial natural para a produção agrícola, por mais que possam diferir em termos econômicos, sociais e políticos. Portanto espera-se que as lições aprendidas no Brasil também possam ser úteis no contexto Africano.

O potencial natural para sistemas de ILPF na África Subsaariana

A Figura 1 mostra esquematicamente um mapa das principais zonas ecoclimáticas na África Subsaariana. A precipitação pluviométrica anual na zona úmida equatorial varia entre 1.500 a aproximadamente 3.500 mm e a duração do período de crescimento é de dez a doze meses. Na metade ocidental do continente existe um gradiente climático estritamente latitudinal de declínio da precipitação e aumento da sazonalidade. Na

metade oriental esse padrão é menos evidente devido aos efeitos perturbadores do Grande Vale do Rift Africano, com sua cadeia montanhosa norte-sul, vales profundos e grandes lagos. A leste do Grande Rift não há nenhuma zona úmida equatorial, ao invés disso encontra-se um mosaico de potenciais ecológicos, determinados principalmente pela altitude e em seguida pela latitude.

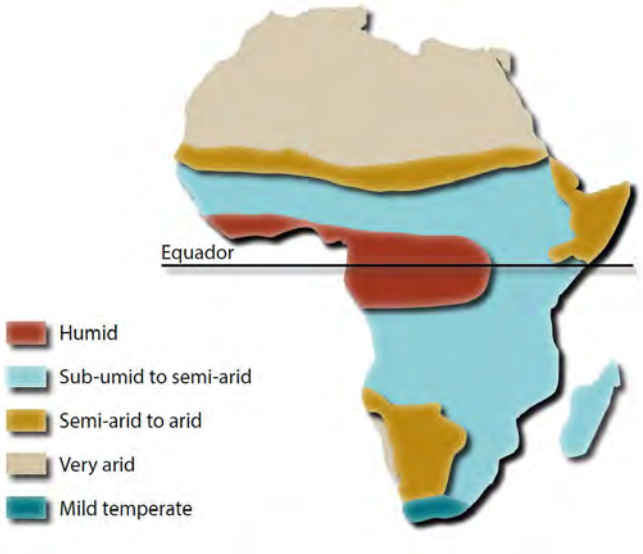


Figura 1. Desenho esquemático das principais zonas ecoclimáticas da África Subsaariana.

As zonas sub-úmidas e semiáridas que cobrem a maior parte da ASS recebem entre 350 mm e 1.500 mm de precipitação pluviométrica anual. Na metade ocidental do continente a precipitação pluviométrica monomodal é predominante enquanto na metade oriental ela é predominantemente bimodal. A duração do período de crescimento varia de oito meses com 1.500 mm a três meses com menos de 350 mm.

As regiões de semiáridas a áridas recebem entre 100 mm e 350 mm de precipitação pluviométrica anual, com variabilidade interanual muito elevada. Frequentemente a precipitação total anual ocorre em algumas chuvas de grande volume, e a duração do período de crescimento é muitas vezes inferior a dois meses.

A vegetação natural na zona úmida é a floresta tropical perene, onde o potencial para os sistemas ILPF é limitado, principalmente devido ao elevado desafio de parasitas e doenças endêmicas para rebanhos de ruminantes. À margem desta zona ecológica, bovinos, ovinos, caprinos e aves estão associados a plantações de árvores frutíferas como o dendê, manga, goiaba, cacau, banana.

Seguindo o gradiente climático, saindo dos trópicos em direção à zona sub-úmida até a zona semiárida, nessa ordem, a floresta tropical dá lugar à floresta semi-decídua, à savana arborizada, à savana de campos e à pastagem semiárida anual com pequenos arbustos. Intercaladas encontram-se áreas de altitude variada, que podem atingir desde geleiras até

a tundra de grande altitude, floresta montanhosa de folhas largas, cinturões de bambu e os vários tipos de savana chegando até as planícies desérticas. As mais proeminentes são os planaltos da Etiópia, Quénia, Uganda, Ruanda e Burundi. Inúmeros sistemas de ILPF são possíveis e são praticados nesta zona ecológica, alguns dos quais serão descritos mais adiante neste capítulo.

As zonas semiáridas até as áridas com sua precipitação baixa e irregular são utilizadas principalmente por pastores nômades que têm seus modos específicos de incorporação das árvores e outras plantas lenhosas ao seu sistema de produção.

Uma tipologia de sistemas ILPF na África Subsaariana

Categorias do sistema

Os sistemas agroflorestais são uma forma de uso da terra disseminada na ASS, combinando a utilização de árvores naturais ou plantadas e arbustos com culturas e/ou produção de forragens e pastagens. A Tabela 1 mostra sistemas agroflorestais comuns em diferentes zonas agroecológicas na África. O sistema agrossilvipastoril é provavelmente o mais importante deles, sendo que a maior parcela de terras agrícolas está nas mãos de pequenos agricultores, que, por razões diversas, quase sempre possuem criações de animais herbívoros, realizando a integração.

As árvores e arbustos têm uma variedade de funções nas propriedades. Elas são usadas para demarcar limites ou para formar cercas vivas ao redor de fazendas e campos. Ao mesmo tempo, elas podem produzir frutos, forragem em sistemas de capineira (*cut and carry system*), geram sombra e caso sejam plantadas corretamente, servem como quebra-vento e reduzem a erosão do solo.

Tabela 1. Sistemas agroflorestais comuns em diferentes zonas agroecológicas na África (modificado de Kang, 1993).

Planícies úmidas	Planícies semiáridas	Planaltos
Agricultura itinerante	Sistemas silvipastoris	Sistemas silvipastoris
Sistemas Shamba	Quebra-ventos/faixas de proteção	Plantios para conservação do solo
Agricultura de quintal (compound farming)	Árvores para forragem/energética	Plantação/cultivos agrícolas
Pomares de árvores de multi-extrato	Árvores de múltiplo uso	Plantações de contorno/divisa
Plantação/cultivos agrícolas	Plantios para conservação do solo	
Sistemas de culturas intercaladas	Plantações de contorno/divisa	

Se os arbustos e as árvores são intercalados com culturas, eles podem ser dispostos em fileiras alternadas, na forma de cultivo em faixas, ou como itens dispersos aleatoriamente nos campos ou pastagens.

No sistema chamado shamba (taungya), os agricultores estão autorizados a plantar as culturas em áreas florestais recentemente desmatadas sob a condição de que eles também

plantem árvores, geralmente espécies pré-determinadas. O cultivo pode ser continuado durante alguns anos até que as árvores tenham atingido uma fase de desenvolvimento que comecem a dificultar o crescimento das culturas ou quando, por sua vez, as atividades de cultivo comecem a prejudicar o desenvolvimento das árvores. Quando os agricultores são obrigados a se deslocar para outros lotes. Este sistema é reconhecido como uma forma de reflorestamento de custo-benefício positivo, mas contribui pouco para estabilizar a vida das respectivas comunidades agrícolas.

Nas áreas de alta pluviosidade, das zonas úmidas até as sub-úmidas, é comum o cultivo de quintal intensivo com multi-extrato, também chamado de hortas ou pomares domésticos. É um sistema tradicional bastante estável de agrosilvicultura, que combina culturas de árvores com culturas alimentares herbáceas para subsistência, às vezes culturas comerciais, como chá, café ou cacau e animais (cabras e aves) em lotes muito pequenos ao redor da casa. Ele proporciona meios de subsistência razoáveis em áreas com densidade populacional muito elevada, como em grande parte do planalto da ASS.

O plantio em terraços é um meio de controle da erosão, que é amplamente praticado não só em encostas íngremes. Nas áreas mais secas do continente, as chuvas tendem a ser curtas, mas de alto volume, com elevado poder erosivo, que pode levar à compactação superficial do solo e ao aumento do escoamento. Portanto, o plantio em terraços é aconselhável nas áreas de agricultura de sequeiro na África Ocidental, inclusive em áreas com baixa declividade (próximas a 3%). Com uma mistura adequada de vegetação lenhosa, gramíneas perenes e plantas leguminosas herbáceas, grandes melhorias na retenção do solo, fertilidade do solo, produção de forragens, e na segurança alimentar podem ser alcançadas.

Árvores dispersas em campos e pastagens, quer sejam naturais ou cultivadas, também conhecidos como sistemas silvipastoris (parkland systems), dependendo da espécie, produzem frutas e alimentos, forragem, vários produtos não-alimentícios e ainda fornecem sombra para as culturas e para o gado, tendo a finalidade de melhorar a fertilidade do solo e de serem utilizados para madeira e/ou lenha.

Tipos e espécies de forrageiras, culturas e componentes de árvores

As gramíneas mais comuns em sistemas de integração são aquelas já utilizadas em sistemas tradicionais, como o capim Guiné, Napier e as Braquiárias, enquanto as culturas mais comuns são o milho, sorgo, milheto e diferentes tipos de hortaliças. Essas espécies têm rendimentos satisfatórios, variando de acordo com a intensidade de uso dos outros componentes concorrentes nos sistemas, especialmente as árvores. Esta intensidade, por sua vez, é determinada pela importância de determinado produto para o agricultor. Conforme os sistemas de integração evoluírem na região, pesquisas relacionadas com seleção e adaptação de espécies e variedades para os mesmos também irão evoluir, melhorando o seu potencial.

Em relação ao componente arbóreo, existe uma grande variedade de espécies nativas e exóticas de árvores para sistemas agroflorestais na África que podem ser classificadas em árvores para madeira, energia, forragem, frutos e geração de produtos não alimentares. O grupo especial das espécies leguminosas, com mais de 80 espécies nativas e quase a mesma quantidade de espécies exóticas são consideradas como árvores fertilizantes. Na maioria dos casos as árvores cumprem mais de uma função e, por conseguinte, quase todas têm características multifuncionais. Na tabela 2 são listadas algumas das espécies mais importantes, sua função e valor integrado no âmbito dos sistemas de ILPF.

Tabela 2. Espécies de árvores comumente usadas em sistemas de ILPF na África Subsaariana.

Espécie	Função	Aspecto Integrativo
Acacia ssp. (vários)	fertilidade do solo forragem	fixação de N, adubação verde, folhagem, vagens
Faidherbia albida	fertilidade do solo forragem	fixação de N, queda de folhas, vagens
Prosopis ssp. (vários)	fertilidade do solo forragem combustível	fixação de N, adubação verde, vagens, madeira, carvão
Balanites aegyptiaca	alimento alimentação animal	óleo comestível, tortas da extração de óleo
Adansonia digitata (Baobá)	alimento	hortaliças (folhas), suco das frutas
Tamarindus indica	alimento	frutas
Tectona grandis (Teca)	madeira	pastagem da cobertura do solo
Grevillea robusta	madeira, combustível, forragem	pastagem da cobertura do solo
Coco, Palma de Óleo (dendê) Tamareira	alimento matérias-primas industriais	pastagem da cobertura do solo, semi-estabulação
Hevea	borracha	pastagem da cobertura do solo, capineira
Leucaena leucocephala *Gliricidia sepium*	forragem demarcação, cerca fertilidade do solo	alimentação direta, capineira, fixação de N, adubação verde
African Locust Bean *Parkia* ssp. (vários)	alimento fertilidade do solo	condimentos, produto alimentar fermentado, fixação de N
Eucalyptus ssp. (vários)	madeira energia	

Espécies animais

As espécies de animais presentes nos sistemas de ILPF são os ruminantes domésticos, bovinos, caprinos e ovinos e nas áreas secas também camelos (*Camelus dromedarius*). Os asininos são de grande importância na região, mas geralmente são deixados para procurar seu próprio alimento em beiras de estradas e áreas abandonadas. A avicultura é encontrada praticamente em todos os lugares, mas assim como os asininos, elas se alimentam de todo tipo de alimento produzido na propriedade.

Três tipos de alimentos para animais estão disponíveis através da inclusão de espécies arbóreas no sistema agrícola:

1) Partes de arbustos e árvores, folhas, flores, frutos, cascas, brotos e raízes que podem ser colhidas pelo homem e fornecidas aos animais (capineiras), ou podem ser colhidas diretamente pelos animais;
2) Subprodutos, que são principalmente polpas ou cascas de frutas (frescas ou secas), ocasionalmente também tortas da extração de óleo se houver processamento de quaisquer sementes de oleaginosas no local; além disso, pode haver resíduos de culturas cultivadas sob vegetação lenhosa e pastagem de resteva após a colheita;
3) Vegetação de sub-bosque que consiste de gramíneas, arbustos ou lenhosas perenes menores, que também podem ser colhidas pelo homem ou ingeridas diretamente pelos animais.

A Tabela 3 resume as possíveis combinações de sistemas de cultivo com plantas lenhosas perenes e os sistemas de alimentação, que podem ser associados aos animais.

Tabela 3. Sistemas de cultivos para plantas lenhosas cultivadas e sistemas associados de alimentação para ruminantes domésticos.

Prioridade de Utilização		Sistema de alimentação
Produto da Planta Utilização Final	Madeira Papel Lenha Carvão	Pastagem no sub-bosque Cultivo de forragem Resíduos de culturas
Produto da Planta Uso Contínuo	Frutas Seiva & Resina Folhas Casca	[Subprodutos] [Resíduos] Alimentação Direta Pastagem no sub-bosque
Função de Planta	Proteção contra a erosão Quebra-ventos Demarcação e Cercamento Sombra Abiótico/Funções Físicas	Capineira Pastagem no sub-bosque
Produto de Animais	Forragem	Alimentação Direta Capineira Pastagem no sub-bosque

Geralmente é possível diferenciarmos os sistemas de "capineira" e os sistemas de alimentação direta (pastejo/ramoneio). Pode-se identificar vantagens e desvantagens para os sistemas de alimentação direta (Tabela 4). Os sistemas com capineiras são menos controversos, embora geralmente mais trabalhosos. A tabela 4 também apresenta os principais fatores na biologia de herbívoros domésticos que podem afetar positiva ou negativamente a integração dos sistemas pecuários e de cultivo de árvores. Esses fatores podem ser diferenciados conforme o comportamento animal [preferência alimentar e seletividade], decorrentes da anatomia/morfologia do animal [alcance e capacidade de colheita], e da fisiologia digestiva [metabolização de várias substâncias vegetais]. No contexto deste capítulo o assunto não será discutido exaustivamente, mas sim apresentados através de um ou dois exemplos para cada um dos aspectos mais importantes. Os exemplos de dados referem-se à África e à utilização de vegetação lenhosa natural. No entanto, paralelos podem ser facilmente traçados para sistemas cultivados.

Tabela 4. Vantagens e desvantagens dos sistemas de alimentação direta em parcelas de vegetação lenhosa natural ou cultivada na África (Schwartz; Schafft 1988).

Vantagens	Desvantagens
Para o animal	
Disponibilidade de forragem de alta qualidade	A forragem pode não ser acessível
Flutuações sazonais de qualidade de alimentação menos pronunciada	Preferências dos animais pela forragem podem não ser atendidas
Uso sazonal da vegetação de sub-bosque prolongado	Substâncias antinutricionais em plantas lenhosas podem ter efeitos negativos se a ingestão não for controlada
A sombra reduz o estresse térmico	Monitoramento do rebanho pode ser difícil
	Aumento do risco de ectoparasitas [carrapatos, moscas, mosquitos]
Para a Vegetação	
Vegetação de sub-bosque indesejada reduzida	Potencial de danos às árvores ou arbustos [super-utilização, pisoteio, descasque]
Aumento da fertilidade do solo através do esterco	Impedimento do rejuvenescimento natural de plantas lenhosas

Preferências alimentares dos animais

As preferências alimentares de herbívoros domésticos foram medidas usando várias abordagens experimentais na África (Schwartz; Dioli, 1992; Schwartz; Schultka, 1995). Nesse sentido, bovinos e asininos podem ser classificados como pastejadores não seletivos; ovelhas como intermediários não seletivos com preferência para gramíneas; caprinos como seletivos intermediários, com preferência por ramoneio; e camelos [Camelus dromedarius] como ramoneadores seletivos. A utilização de um índice de seletividade calculado permite avaliar as preferências dos animais em relação à oferta de forragem que é ilustrada na Figura 2, que compara índices de seletividade para bovinos e camelos em uma pastagem semiárida com arbustos durante a estação de crescimento.

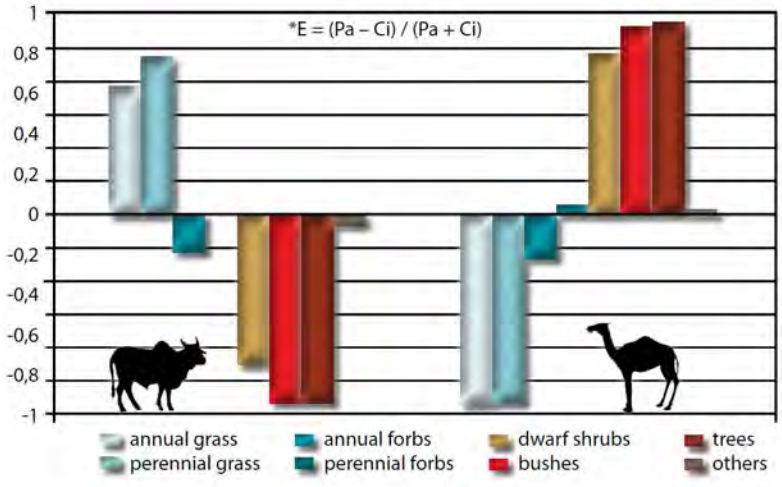


Figura 2. Índice de seletividade "E" para bovinos e camelos calculados para uma savana arborizada semiárida no Quênia durante a estação da seca.

A forte preferência do gado pelo capim é óbvia, embora durante a estação seca as gramíneas tenham qualidade inferior às folhagens e frutos da vegetação lenhosa acessível e disponível, que por sua vez é a visivelmente preferida pelos camelos.

Alcance dos animais e capacidade de colheita

Acacia ssp. são árvores leguminosas amplamente encontradas na ASS que também são fontes de alimentos valiosos para herbívoros domésticos. Flores, frutos e folhas são consumidos em vários graus por todos os animais. Bovinos, ovinos e asininos alimentam-se principalmente de partes de plantas que caem no chão enquanto os caprinos, com sua maior agilidade e sua habilidade de escalar árvores e os camelos, graças a seu tamanho corporal e alcance em alturas maiores, colhem principalmente frutos verdes e folhagens diretamente das árvores (Figura 3). Isso os permite selecionar uma dieta de melhor qualidade a partir da mesma fonte.

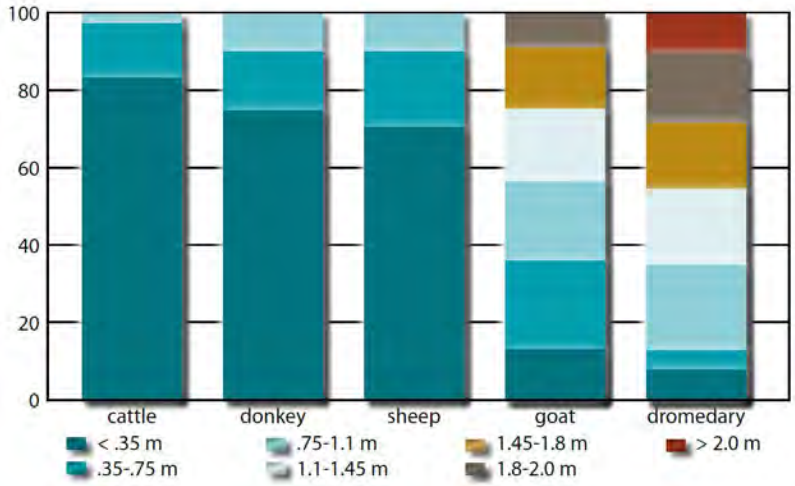


Figura 3. Proporção do tempo total de alimentação gasto em diferentes alturas do extrato vegetal acima do solo por herbívoros domésticos em pastejo.

Em geral, uma grande variedade de qualidades de forrageiras podem ser encontradas nas pastagens tipo savana africana, existindo uma relação significativa entre a qualidade da forragem [digestibilidade da matéria seca] e a altura acima do solo do respectivo extrato vegetal. Flores, frutas e folhas jovens de árvores leguminosas e arbustos altos são rapidamente fermentados no rumem e assim, formam uma fonte de energia prontamente disponível.

Animais como camelos e cabras, que possuem uma capacidade de apreensão suficiente para pequenas forragens folheadas [pastejadores seletivos] e um alcance adequado para a colheita do extrato vegetal mais alto, têm vantagens distintas durante as estações secas quando faltam as forragens de alta qualidade na camada herbácea.

Acessibilidade

Como mencionado acima, acessibilidade é uma função de alcance, mas também de altura e diâmetro de coroa da planta para qualquer combinação de espécies de plantas forrageiras e de animais. Uma representação esquemática desta relação é apresentada na Figura 4, que delineia a profundidade de penetração por ramoneio de animais em árvores e arbustos densos.

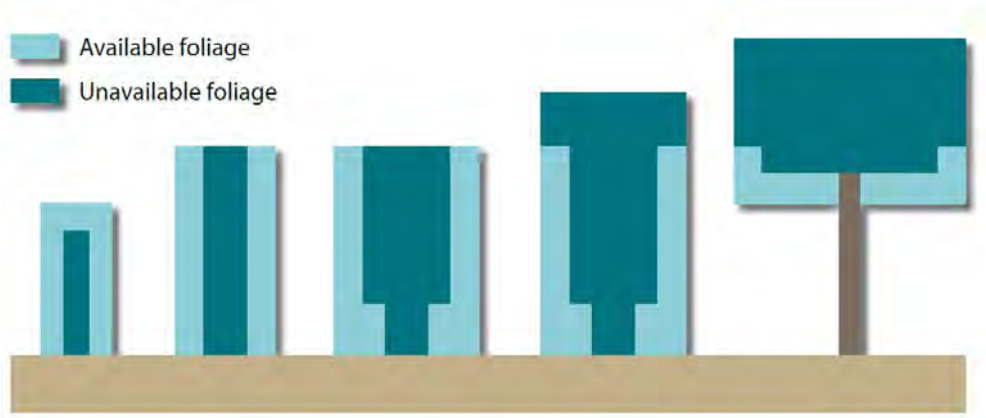


Figura 4. Representação esquemática da disponibilidade de folhagem para animais ramoneadores em relação ao diâmetro de copa de árvores lenhosas.

Experimentos de longa duração com cabras da raça "Small East African" (leste-africanas pequenas) em pastagem de arbusto anão [espécie dominante: *Duosperma eremophilum*] mostraram que a disponibilidade de biomassa de folhas para as cabras em ramoneio não era necessariamente função da biomassa total da folhagem, mas sim em função da densidade de planta e do diâmetro da coroa. Elevadas densidades de planta, combinadas com os diâmetros médios da copa, proporcionaram os níveis mais elevados de disponibilidade em taxas de lotação que permitiram rendimentos constantes da forragem. Isso certamente tem relação paralela com outras combinações de espécies animais e de plantas, afetando o manejo de espécies forrageiras lenhosas cultivadas.

Substâncias anti-nutritivas em forragens de vegetação lenhosa

Taninos são um dos grupos de substâncias fenólicas que ocorrem com mais frequência em plantas. Eles não são um grupo químico uniforme mas exibem estruturas moleculares aprimoradas. Taninos são capazes de reagir com certas macromoléculas, por exemplo, proteínas alimentares, microbianas e outras proteínas no trato digestivo dos animais, assim como componentes polimerizados da fração fibra de alimentos para animais e podendo precipitar essas substâncias. Taninos podem afetar negativamente a digestibilidade da proteína no rúmen, o que pode reduzir consideravelmente o valor nutritivo de forrageiras tropicais arbóreas e arbustivas. Sob circunstâncias extremas, eles podem ser tóxicos, ou seja, quando grandes quantidades de alimentos ricos em tanino são consumidas pelos animais.

O aminoácido tóxico mimosina é encontrado em concentrações variadas em todas as partes da leucena (*Leucaena leucocephala*) e outras plantas leguminosas lenhosas. O teor de mimosina ainda é afetado também por vários fatores externos, como solos, clima, processamento e armazenamento do material colhido, mas também varia em diferentes subespécies e cultivares. A mimosina é um aminoácido L-neutro, ou seja, um alcaloide. Se fornecida para os animais em grandes quantidades, pode causar vários efeitos tóxicos, tais como: redução de crescimento, redução de fertilidade, paralisia parcial, perda de pelo e lesões oculares, cistite hemorrágica e desenvolvimento hipertrófico da tiroide em ruminantes. Parece haver algumas espécies e/ou raças que são tolerantes à mimosina.

Alguns exemplos de sistemas integrados amplamente praticados na África

Existem vários sistemas tradicionais de integração lavoura-pecuária-floresta estabelecidos na ASS. É difícil determinar sua importância atual devido à falta de referências bibliográficas, mas a maioria dos sistemas parece estar em declínio gradual conforme a densidade populacional e a intensidade de uso de terra estão aumentando. Por outro lado, há a promoção ativa dos sistemas de integração por agências internacionais de desenvolvimento, organizações não-governamentais (ONGs), bem como por instituições nacionais governamentais. Como a ASS mostra as maiores lacunas de rendimento do mundo para a maioria dos produtos cultivados, a incorporação de plantas lenhosas é vista como um meio para melhorar isso. Ainda há também frequentemente desinteresse entre os agricultores, ou até rejeição imediata, uma vez que os sistemas integrados nem sempre são bem compreendidos, sendo considerados incômodos e trabalhosos. A necessidade de programas de extensão melhorados neste campo é evidente em muitas áreas.

Abaixo alguns sistemas de ILPF são descritos para documentar a vasta gama de sistemas que são praticados.

Agricultura itinerante

A agricultura itinerante é provavelmente o mais antigo sistema de integração que existe, sendo praticado há muitos séculos e pode ser encontrada nas regiões de potencial mais elevado das planícies úmidas e sub-úmidas e também em altitudes mais elevadas, onde a vegetação natural potencial é a floresta. Os agricultores desmatam áreas de tamanho moderado de floresta virgem ou secundária usando derrubada e queimada, geralmente poupando árvores e plantas lenhosas que tem algum uso direto. Os animais, que usualmente são aves e/ou caprinos, procuram alimentos na floresta circundante e são suplementados com resíduos da lavoura e pastoreio da resteva. A área desmatada é cultivada por alguns anos, até que a fertilidade do solo declinar. Então, ela é abandonada e a floresta retoma a terra pela sucessão natural. Estes períodos de pousio chegavam a 40 anos ou mais no passado. Mas o aumento da densidade populacional agora está forçando uma redução dos períodos de pousio para menos de 10 anos em muitas áreas, às vezes sendo transformada em cultivo contínuo.

A Figura 5 mostra um exemplo do vale do rio Gâmbia. A parcela em primeiro plano foi aberta 8 anos antes da foto ser tirada. As principais culturas são milho, mandioca e amendoim. Existem também alguns mamoeiros (*Carica papaya*). Duas vacas de raça local (N'Dama), várias cabras e algumas galinhas são os animais da propriedade. A floresta adjacente é secundária, já que a área foi desmatada pelo menos duas vezes antes. As grandes árvores no fundo são residuais da floresta primária original. O grande Baobá é usado como alimento, sendo as folhas para cozinhar, as frutas como suco e bebida fermentada. Frutos e produtos não alimentares são coletados da floresta. O agricultor já havia começado a limpar um novo lote, já que os rendimentos deste estavam em declínio.

Foto: Horst-Jürgen Schwartz



Figura 5. Sistema de integração no vale do rio Gâmbia.

Sistemas de produção para gado de leite de pequenos produtores

As leiterias de pequenos produtores são certamente o tipo mais comum de propriedade rural na ASS e seu número está crescendo. Nos últimos 30 a 40 anos, aconteceu uma transferência maciça de genes de raças leiteiras importadas de rendimento elevado (Holandesa, Jersey e Ayrshire) para as populações locais de gado Africano. Isso exigiu um aumento no fornecimento de alimentos e em particular na qualidade alimentar para acompanhar o potencial genético melhorado. Como a indústria de concentrados não está ainda bem desenvolvida e pequenos produtores têm dificuldades para comprar insumos comerciais, uma solução encontrada foram as culturas forrageiras. Leguminosas herbáceas e leguminosas lenhosas são cada vez mais usadas para melhorar a qualidade de gramíneas tropicais como Napier (*Penisetum purpureum*), Guiné (*Panicum maximum*) ou braquiárias (*Urochloa* ssp.). Entre as leguminosas lenhosas a *Leucaena leucocephala* e *Gliricidia sepium* são as mais populares além de leguminosas de árvores nativas como *Acacia* ssp.



Foto: Horst-Jürgen Schwartz

Figura 6. Produção de leite por pequenos produtores no interior do litoral da Tanzânia.

A Figura 6 mostra alguns dos aspectos mais importantes de uma leiteria de pequenos produtores no interior da Tanzânia. Em primeiro plano está o curral de ordenha, à direita o abrigo sem paredes para o gado. A unidade é sombreada por uma velha mangueira (*Mangifera indica*). Logo atrás do curral e do abrigo está uma área de 2.000 m^2 com alfafa (*Medicago sativa*) e um pouco mais adiante estão 30 cercas vivas de *Leucaena* com 20 plantas cada. Isso é suficiente para complementar com proteína uma dieta à base de capim Napier para duas vacas leiteiras cruzadas. O rendimento esperado por lactação é de cerca de 2.500 litros de leite por ano. O trato dos animais é exclusivo pelo sistema de capineira enquanto as vacas estão em lactação. Vacas secas são amarradas às margens de estradas ou em terras comunais. A gliricídia pode ser encontrada em circunstâncias semelhantes, contudo, geralmente o produtor a conduz até atingirem altura para corte e rebrota, usando as folhas como alimento e a madeira para combustível ou madeira. Vários produtores daquela aldeia mantêm um viveiro comunitário para Napier, *Leucaena* e várias árvores frutíferas (Figura 7).

Foto: Horst-Jürgen Schwartz



Figura 7. Viveiro comunitário de forrageiras e árvores frutíferas na Gâmbia.

Sistemas de plantação

Sistemas de plantação podem oferecer um potencial interessante para a integração com a pecuária. Sisal, palma de óleo, palmeira de tâmara, seringueira, várias árvores frutíferas e plantações de árvores para madeira podem oferecer possibilidades interessantes de integração com a pecuária na ASS. A vegetação de sub-bosque natural ou plantada pode ser usada como alimento para o gado, bem como o seu esterco pode reciclar alguns nutrientes para as árvores cultivadas. Com exceção do sisal, todos os sistemas de plantações têm em comum a característica de que eles estão disponíveis para alimentação direta apenas por determinados períodos do ciclo de produção. Eles também podem ser usados com capineiras durante outros períodos, e que eles não produzem qualquer biomassa herbácea após o fechamento do dossel devido à concorrência por luz. Esses ciclos são diferentes para cada espécie. O pastejo entre linhas de sisal não tem tais restrições.

A maioria das árvores precisa de um período inicial após o plantio, dois ou mais anos, para se estabelecerem e crescerem de forma que as folhas fiquem fora do alcance dos animais. A partir daí a área pode ser usada para pastagem até que as copas das árvores se fechem e a biomassa de cobertura do solo se torne insignificante. Este é o caso das plantações de seringueira, onde o pastoreio começa cerca de 3 a 4 anos após o plantio e pode durar de 6 a 8 anos até o fechamento do dossel. Quando as árvores amadurecem e as copas se afinam, há novamente um potencial, porém limitado, de pastoreio. A Figura 8 mostra o gado pastoreando uma área madura de seringueira que já atingiu o final de sua vida produtiva. Há um aumento da cobertura herbácea do solo, embora de má qualidade. Como as árvores são velhas, não há mais preocupação de que os animais possam danificar a casca, o que tornaria a colheita menos eficiente.



Foto: Horst-Jürgen Schwartz

Figura 8. Gado pastando sob plantação madura de seringueira em Gana.

Em plantações de coco, o fechamento do dossel não ocorre. Consequentemente, cerca de um ano após o plantio, as parcelas podem ser pastoreadas até o final da sua vida produtiva. O pastoreio em coqueirais tem ainda o benefício de manter a vegetação baixa, que facilita a coleta de cocos caídos. A Figura 9 mostra a escala de tempo para um sistema que integra palma de óleo e pecuária.

Nos três primeiros anos após o plantio dos coqueiros, a vegetação do sub-bosque só pode ser utilizada em sistema de capineira. Depois de três anos, as árvores estão altas o suficiente para permitir pastejo direto por bovinos ou pequenos ruminantes. A colheita dos frutos começa aos cinco anos. Nos primeiros oito anos após o plantio, a vegetação herbácea rasteira apresenta seu máximo rendimento. Depois disso os rendimentos diminuem ao mínimo em cerca de vinte anos após o plantio e permanecem nesse nível mínimo devido ao sombreamento pelo dossel agora fechado. Entre 25 e 30 anos as árvores serão substituídas por novas mudas, os rendimentos da forragem aumentam e o pastoreio não poderá acontecer até que atinjam três anos. O ajuste no número de animais precisa ser constante para equilibrar da oferta de forragem.

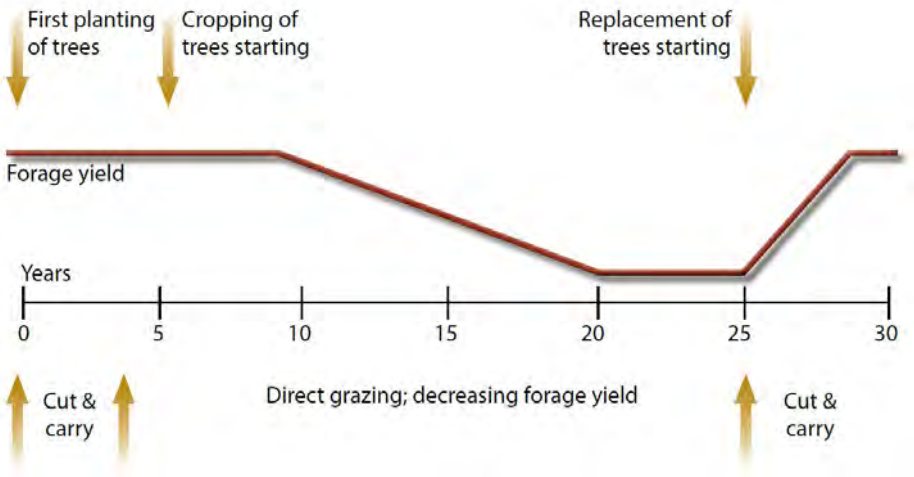


Figura 9. Escala temporal para um sistema que integra palma de óleo e pecuária.

Sistemas de parques agropastoris (parkland systems)

Sistemas de parques agropastoris caracterizam-se por árvores dispersas, de ocorrência natural ou cultivadas nos campos ou nas pastagens. Este sistema é bem adaptado a áreas semiáridas e sub-úmidas secas. As árvores mais comuns são mangueiras, baobá, *Faidherbia albida*, alfarroba africana (*Locust Bean*) (*Parkia* ssp.), *Balanites aegyptiaca* e várias acácias nativas. As árvores são protegidas e manejadas e, mesmo quando são de ocorrência natural em terras comuns, geralmente existem direitos específicos de propriedade sobre elas. Todas elas contribuem para a alimentação forrageira do gado na forma de folhas, flores e frutos. Algumas delas como a manga, Baobá e alfarroba produzem alimentos para as pessoas, também. A maioria delas também é usada para combustível e madeira. As espécies leguminosas contribuem para a melhora da fertilidade do solo por fixação de nitrogênio e serapilheira. Destaca-se entre essas a *Faidherbia albida*, também chamada de Espinheiro de Inverno, que mantém folhas verdes durante a estação seca e desfolhando-se no início das chuvas, o que permite alta penetração de luz para as culturas e pastagens sob sua copa. É, portanto, frequentemente associada com o cultivo não irrigado em áreas secas.



Foto: Horst-Jürgen Schwartz

Figura 10. Modelo de produção mista com caráter de parque silvopastoril perto de Ouahiguya, Burkina Faso.

A Figura 10 mostra uma situação de produção mista com um componente de parque silvopastoril perto de Ouahiguya, Burkina Faso. É o cultivo de sequeiro de milheto com árvores dispersas, a maioria dos quais são velhas frutíferas como a mangueira da foto. Em primeiro plano está um campo de milheto colhido, com abundância de esterco de gado. A árvore serve como local de descanso sombreado para os animais durante as horas mais quentes do dia. A parte inferior da copa forma uma linha reta causada pelo ramoneio do gado. Neste caso o agricultor não possui gado próprio, mas permite que pastores utilizem a área durante a estação seca para pastoreio de restolho. Ele é compensado pelo estrume deixado pelos animais e geralmente recebe além disso um ou dois bezerros machos. Os rebanhos deixam a área, indo para o Norte quando se aproxima a estação chuvosa. Como os agricultores pertencem ao grupo étnico Mossi, esse é um bom exemplo de cooperação interétnica.

Foto: Horst-Jürgen Schwartz



Figura 11. Sistema de parque agropastoril na Província de Gash-Setit, Eritreia.

A Figura 11 retrata uma situação diferente. Aqui os agricultores praticam o plantio de milheto na margem inundável do rio, em primeiro plano. Como o rio não inunda todos os anos, esta é uma atividade de oportunidade, provavelmente realizada três vezes a cada cinco anos. As principais espécies animais presentes nesse sistema são os camelos (*C. dromedarius*) e cabras. Ambas as espécies conseguem subsistir de folhas das acácias, dispersas dentro do leito e na margem oposta do rio devido a suas preferências alimentares e a sua capacidade de colheita. Como o lençol freático é raso, as árvores de enraizamento profundo mantêm folhas verdes a maior parte do ano, mesmo em anos em que não há ocorrências de chuvas, e que consequentemente, não há o cultivo do milheto. As árvores de Baobá na frente servem como abrigo para armazenamento para a palha de milheto mantida como reserva de alimentação para estação seca.

Sistemas de controle da degradação do solo

Muitas medidas de conservação estão usando árvores e arbustos como elementos estabilizadores, como terraços em nível, microbacias ou barreiras de contorno. A Figura 12 mostra uma representação esquemática de um sistema de fixação sofisticado de terraço por plantas lenhosas. Os elementos principais são as árvores (1), usualmente árvores lenhosas de corte fácil para lenha. Na encosta acima das árvores existe uma linha de gramíneas perenes (2) como Napier, seguido novamente na próxima encosta por uma leguminosa rasteira (3) que pode ser perene, e por último uma linha de leguminosas forrageiras arbustivas. Abaixo e acima desse cinturão de contorno são plantadas culturas agrícolas (5).

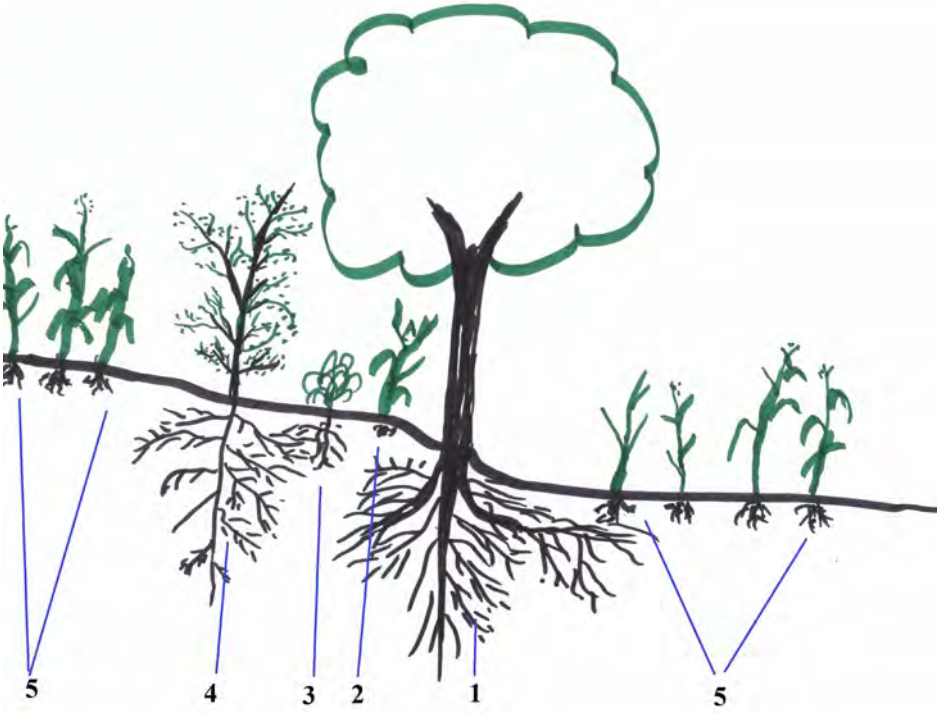


Figura 12. Representação esquemática de um cultivo sobre terraços em nível pelo plantio em camadas de diferentes espécies.

Esse sistema é bastante complexo e toma uma proporção considerável da área disponível para cultivos agrícolas dependendo do gradiente de inclinação. Este pode ser utilizado em áreas com inclinações suaves (até 10%), onde as distâncias entre os terraços são grandes, e em áreas com inclinações íngremes (30%), onde as distâncias entre os terraços precisam ser menores. Entretanto, com a escolha das espécies corretas existem vantagens palpáveis, tais como a fonte de alimento, madeira e forragem, retenção de solo e água de superfície e melhoria da fertilidade do solo. Essa forma de plantio em nível pode também ser usada para recuperar áreas com erosão severa como mostrado nas Figuras13 e14.

Foto: Horst-Jürgen Schwartz



Figura 13. Terraço de retenção de água e solo com Aloe ssp. e pequenas mudas de Acácia em área erodida, Província de Nyanza, Quênia Ocidental.

Foto: Horst-Jürgen Schwartz



Figura 14. A mesma área da Figura 13, quatro anos depois, onde será iniciado novamente o pastejo com ovelhas e gado com controle da taxa de lotação na próxima estação chuvosa.

Bosques de árvores

Os bosques são um sistema com pouco potencial na integração, mas devem ser mencionados aqui porque parecem estar aumentando, mesmo em sistemas de pequenos produtores. É uma introdução relativamente recente utilizando especialmente com *Eucalyptus* spp., outras espécies exóticas e também algumas árvores nativas africanas para a produção da madeira nos topos de colinas e em inclinações íngremes que apresentam risco de erosão. Há também alguma expansão onde as plantações de eucalipto são estabelecidas em terra de elevado potencial produtivo, uma vez que a renda bruta por unidade de área pode exceder em 200% a renda do milho se as árvores forem cultivadas para celulose (Oballa et al., 2010). Embora os bosques possam aumentar consideravelmente a renda da propriedade, eles são na verdade um empreendimento separado que pode progressivamente transformar-se em um sistema de integração.

Perspectivas e limitações para o desenvolvimento sistemas tradicionais e modernos de integração lavoura-pecuária-floresta.

Perspectivas

A introdução de novos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta na ASS, bem como a melhoria dos sistemas tradicionais são impulsionados pela perspectiva de combater a desnutrição e a pobreza, deter e reverter a degradação dos recursos naturais, preparar as comunidades agrícolas para as mudanças climáticas esperadas e aumentar a produção agrícola, acompanhando assim o ritmo do crescimento populacional.

Reduzindo as lacunas de rendimento

Estima-se que não haja uma única cultura alimentar na ASS que alcance 75% dos rendimentos possíveis de se atingir. Isso se deve às limitações generalizadas dos nutrientes do solo, às limitações de água disponível para a planta ou à combinação de ambas. As limitações de nutrientes podem ser atenuadas pela combinação de cultivos agrícolas com árvores fertilizantes em sistemas agroflorestais, em sistemas de parques e em plantações de limite e de contorno. Em particular, as árvores leguminosas têm se mostrado valiosas nesse contexto através da fixação em N e da queda das folhas. Várias espécies de acácia, Faidherbia albida e Parkia pertencem a este grupo. Além disso, elas produzem forragem para os animais e podem ser usadas para madeira e lenha. Uma desvantagem é que seus produtos não têm valor de mercado muito alto.

Outras árvores com produtos de alto valor de mercado, como a *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Anacardium occidentale*, e o *Eucalyptus* ssp., por outro lado, parecem reduzir o rendimento das culturas na sua proximidade.

O cultivo do sorgo consorciado com *Acacia saligna* mostrou melhor eficiência total no uso da água, quando comparados com seus cultivos solteiros (Droppelmann; Berliner, 2003). É muito provável que outras combinações de lavoura-floresta possam ser encontradas e apresentem características similares.

Recuperação de áreas degradadas, conservação do solo e da água

Nos últimos trinta anos tem-se observado um declínio constante da cobertura arbórea nas áreas com sistemas agrossilvipastoris na ASS, quer seja em campos cultivados, quer seja em pastagens. Uma vez que as árvores existentes nesses sistemas são geralmente protegidas pela comunidade. Na maioria das áreas, devido à elevada pressão de pastejo, o declínio é causado por sua taxa de regeneração muito baixa. Os brotos novos são invariavelmente consumidos pelos animais como; caprinos e ovinos. Em muitas regiões do Sahel Ocidental pode-se perceber uma abundância de magníficos Baobás que já atingiram a maturidade dispersos pela paisagem, mas não se vê um único exemplar jovem. Nos últimos vinte anos os agricultores na Nigéria começaram a proteger mudas e brotos jovens de árvores e conseguiram um sucesso notável no aumento de árvores jovens. Essa foi obviamente uma ação espontânea das comunidades locais ao observarem que em áreas "negligenciadas", ou seja, onde não se tinha cuidadosamente combatido as ervas daninhas e não se tinha removido os brotos de árvores, os rendimentos eram mais elevados do que em campos preparados conforme as recomendações técnicas convencionais. Um estudo recente feito pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), mostrou que a cobertura de árvores nas províncias de Zinder e Mapadi tinha aumentado drasticamente os rendimentos (Pye-Smith, 2013). O desenvolvimento espontâneo foi considerado como "sistema de regeneração natural manejada pelo agricultor" e levou, entre outros benefícios, ao aumento na produtividade do milheto de aproximadamente 150 kg ha^{-1} para mais de 500 kg ha^{-1} devido ao efeito positivo das árvores na fertilidade de solo.

Outras medidas incluem uma reabilitação mais ativa das árvores como o exemplo mostrado nas Figuras 13 e 14. De importância similar são as medidas de retenção de água obtidas com a implantação de terraceamento em microbacias ou terraços em nível que geralmente são estabilizados com o cultivo de plantas rasteiras ou arbustos.

Melhorando a segurança alimentar e o rendimento da propriedade

A segurança alimentar e a renda da propriedade podem beneficiar-se enormemente da inclusão de árvores nos sistemas de cultivo. Espécies arbóreas como a *Mangifera indica, Persea americana,* e *Carica papaya* não somente produzem frutos comestíveis para o autoconsumo, mas possuem também elevado valor para a sua comercialização, assegurando assim uma renda regular para a propriedade. Outras espécies como o *Eucalyptus* ssp. e *Grevillea robusta* asseguram renda alta, porém esporádica, em função da venda da madeira. Também as numerosas espécies dos parques agroflorestais, naturais ou cultivadas, produzem muitos alimentos de subsistência e produtos comerciais para estabilizar as economias domésticas de famílias dos pastores e agro-pastores.

O comércio de carbono para pequenos produtores

Uma maneira de motivar pequenos produtores a adotarem sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta seria a possibilidade de comércio de carbono, ou seja, comercializar Certificados de Emissão Reduzida (CER) no mercado de carbono como parte dos esforços para o sequestro de carbono na forma de vegetação lenhosa em suas

propriedades e aumento do conteúdo de carbono no solo. Neste momento ainda não existem parâmetros definidos, mas inúmeros projetos em andamento visam estabelecer métodos e normas que permitirão a comercialização de CERs, se tornando um mecanismo amplamente aplicável para remunerar pequenos agricultores pelos serviços ambientais. Não cabe neste capítulo uma discussão exaustiva sobre o tema, porém, de acordo com Cullen e Durschinger (2012) o mercado de carbono AFOUT (agropecuária, silvicultura e outros usos da terra) está crescendo em uma taxa rápida. A demanda por créditos de carbono sequestrado via agricultura, sem dúvida, aumentará ainda mais com as mudanças nos sistemas de regulamentação dos países desenvolvidos, outro fator importante é o fato de não haver nenhuma outra fonte individual que poderia potencialmente atender a essa crescente demanda. A medição, permanência, incrementos e questões de risco de projetos AFOUT serão melhores compreendidas e gerenciadas conforme o amadurecimento do mercado, assim a tendência é que o número de compradores e investidores iniciais aumentará. Esse processo de amadurecimento ocorrerá por meio do emprego dos resultados dos projetos de pesquisa, a partir da aplicação de normas transparentes e rigorosas, do aperfeiçoamento das técnicas de medição do carbono e financiamento adequado para iniciar projetos.

Desafios

Questões de posse da terra

De acordo com Dixon et al. (2001), 3% do total das terras agrícolas na ASS são sistemas de cultivo de árvores (povoamentos florestais), 11% são sistemas baseados na exploração florestal (cultivo itinerante), 8% são sistemas agropastoris e 14% são sistemas pastoris. O emprego dos sistemas de integração é comum por tradição, mas não é tão eficiente quanto poderia ser. Nos quase dois terços restantes das áreas agrícolas, a inclusão de plantas lenhosas nos sistemas de produção é menos comum, muitas vezes restrito à demarcação de divisas sob forma de cercas, utilizando os troncos das árvores como mourões vivos. Apenas cerca de 5 a 6% de todas as terras estão sob gestão comercial em grande escala. O restante é composto de pequenas propriedades, variando de 0,5 ha no Planalto Ocidental no Quênia (com elevado potencial produtivo) a cerca de 20 hectares nas planícies áridas e semiáridas do Sahel Ocidental.

O custo de implantação do componente florestal lenhoso em pequenas explorações agrícolas constitui em uma barreira para seu maior emprego. A condição de posse da terra tem um grande efeito sobre isso. Norton-Griffiths e Herr (2013) relataram um declínio geral da cobertura arbórea no oeste do Quênia, com um forte declínio da cobertura arbórea natural e um aumento gradual da cobertura arbórea manejada. Esse aumento foi restrito a áreas com posse assegurada, ou seja, terras próprias e arrendadas, enquanto que o declínio geral ocorreu em terras sem título de propriedade. Entre 1983 e 2013 a cobertura diminuiu de 14% para menos de 4%. Isto é explicado pela relutância dos agricultores em fazer investimentos de longo prazo em face à insegurança na posse de terra. Como está aumentando a tomada da terra por investidores locais e estrangeiros na maior parte da ASS, uma inversão desta tendência será difícil. A proporção de terras com e sem título de posse na ASS difere fortemente entre países e regiões dentro de países. No entanto, como uma tendência geral, percebe-se maior perda do potencial produtivo em terras sem posse definida.

Sensibilização e treinamento dos produtores e eficiência dos serviços de extensão rural

Degradação da terra, fertilidade do solo e falta de alimentação de qualidade para o rebanho são problemas-chave para os agricultores de toda a África Subsaariana. Iniciativas agroflorestais podem contribuir para solucionar todos os três problemas com muita eficácia. No entanto, práticas agroflorestais, em particular de lavoura-pecuária-floresta são mais complexas que muitas práticas agrícolas. A sensibilização dos produtores quanto às possibilidades, suas habilidades e conhecimento e a disponibilidade de serviços de extensão são componentes importantes na adoção de tais medidas. Franzel e Scherr (2002) e Kabwe et al. (2009) relataram vários estudos de fatores que influenciam a adoção de sistemas agroflorestais entre pequenos produtores africanos. Eles confirmaram que conhecer a tecnologia e ter os conhecimentos adequados foi essencial para maior taxa de adoção. As deficiências mais evidentes são habilidades para estabelecimento de viveiros de mudas de árvores e arbustos, pré-tratamento de sementes e poda de árvores. Além disso, a disponibilidade de sementes e material de plantio, bem como várias características da comunidade estavam fortemente ligadas à incidência de adoção.

Uma vez que, como regra geral, diversos anos são necessários antes que os sistemas agroflorestais gerem retornos econômicos, famílias com maior poder aquisitivo são mais propensas a adotarem esses sistemas. Famílias lideradas por mulheres são menos relutantes em aplicar técnicas agroflorestais que melhorem a fertilidade de solo, enquanto que as lideradas por homens mostram uma tendência de confiar mais em fertilizantes comerciais. O manejo animal, especialmente o controle de pastejo livre feito pela comunidade para evitar o pastejo ou dano às árvores recém-plantadas é um outro ponto crucial para a aceitação.

Aceitação de inovações e de experiências prévias

Experiências anteriores com o emprego de espécies exóticas criaram uma aversão amplamente difundida contra essas iniciativas. Espécies exóticas, muitas vezes têm mostrado características invasivas. As espécies que possuem relatos de disseminação não desejada são *Prosopis juliiflora* e outras espécies de Prosopis, Lantana camara e Opuntia ficus indica. Há também outros como Leucaena leucocephala, que se tornou invasiva em determinadas circunstâncias, apesar de sua utilidade geral. Uma experiência negativa foi o da *P. juliiflora*, que apesar de poder ser utilizada como forragem para animais, alimentação humana, combustível e serviços ambientais como quebra-ventos, sequestro de carbono e melhoria de fertilidade do solo, tornou-se invasora sem controle em toda a África Oriental. Colonizando grandes extensões de terra nas regiões áridas e semiáridas, com lençóis freáticos relativamente altos. Ela se sobrepõe a todas as espécies nativas, formando capões impenetráveis, tornando completamente inúteis essas terras anteriormente produtivas. Uma das principais razões foi que as variedades introduzidas da África Oriental não são palatáveis para o gado e, portanto, puderam multiplicar-se sem qualquer restrição regular (Admasu, 2008). Foi relatado que a *P. juliiflora* infestou mais de 1 milhão hectares de áreas semiáridas de pastoreio na Etiópia, tornando-as inúteis como pastagens para ruminantes.

Outro caso de controvérsia é o eucalipto. Ele foi introduzido há mais de 100 anos na África do Sul e cultivado para a produção de madeira. Nos últimos 50 anos ele foi introduzido em muitos outros países africanos. O eucalipto é uma das plantas lenhosas de crescimento mais rápido no mundo. O eucalipto produz madeira de elevado valor para celulose e construção. Na ASS ele é plantado não apenas em plantações comerciais de larga escala, mas também é utilizado em pequenos bosques, em cercas de divisas de propriedades e como árvores únicas dispersas na propriedade. Há apenas 10 a 15 anos que tais plantios experimentaram uma grande expansão. Devido ao crescimento rápido, a demanda por água é elevada, fazendo com que em muitos países africanos, onde o recurso hídrico é escasso, o plantio de eucalipto seja proibido. Sendo que em alguns desses países, as árvores já existentes estão sendo erradicadas. Davidson (1993) indicou que o eucalipto utiliza menor quantidade de água por unidade de peso de biomassa produzida em relação aos outros tipos das árvores e muitos cultivos agrícolas, mas sua elevada produção de biomassa sob circunstâncias de baixa precipitação pluviométrica pode reduzir o fluxo de correntes de água com maior intensidade que espécies de árvores de crescimento mais lento. Tendo em vista o valor de mercado elevado dos produtos do eucalipto, estas considerações sobre a demanda de água podem ter sido negligenciadas. Atualmente, a controvérsia entre promotores e adversários de espécies não-decíduas e de crescimento rápido tomou um viés quase ideológico e o eucalipto tem sido chamado de árvore dos colonialistas.

Sumário e perspectivas

A integração lavoura-pecuária-floresta é um conjunto de práticas agrícolas que combina árvores, pecuária e culturas agrícolas. É uma prática antiga, mas foi negligenciada por muitas décadas durante o século passado em favor da intensificação, mecanização e monoculturas de larga escala. O desmatamento nos trópicos, a degradação do solo e a crescente insegurança alimentar reavivaram o interesse por essa prática desde a década de 1970. Há muitos benefícios a serem obtidos a partir de sistemas agroflorestais e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, como forragem para gado, madeira e lenha, serviços ambientais como quebra-ventos, melhoria da fertilidade do solo, proteção contra erosão, aumento da biodiversidade e também, sequestro de carbono.

Apesar dessas vantagens evidentes, a adoção pelos produtores não foi tão rápida quanto o esperado por pesquisadores e organizações de desenvolvimento. As razões para isso são múltiplas:

1) Os sistemas são mais complexos do que outros empreendimentos agrícolas, já que eles têm que otimizar o manejo de árvores, lavoura e pecuária simultaneamente. Isso exige mais conhecimento do que os agricultores tradicionais da ASS costumam ter. Para aquisição desses conhecimentos, é necessária a conscientização por parte dos agricultores e requer serviços de extensão rural preparados para essa tarefa.

2) O investimento em sistemas de integração é considerado como de longo prazo, uma vez que os benefícios aparecem somente após três a cinco anos. Demandando maiores reservas financeiras e/ou recursos para a propriedade familiar que os pequenos produtores africanos possuem ou tem acesso.

3) Experiências anteriores com espécies exóticas não foram sempre encorajadoras. As instituições de pesquisa nacionais e internacionais não geraram informações suficientemente confiáveis sobre os sistemas apropriados para cada situação. A pesquisa aplicada com participação de produtores, foi reconhecida somente recentemente como sendo fundamental para a adaptação e a introdução bem-sucedida de sistemas de produção sustentáveis.

No entanto, muito foi aprendido recentemente sobre a integração lavoura-pecuária-floresta, tanto por meio de sucessos como de fracassos. Os benefícios potenciais são evidentes. Eles podem reduzir a necessidade de compra de insumos para as propriedades, aumentar a diversidade da produção, e podem assim reduzir o risco da produção para produtores com poucos recursos. Na ASS esses sistemas devem ser abordados de modo prioritário para os pequenos produtores, de modo a aumentar o rendimento e melhorar a segurança alimentar. As empresas comerciais de larga escala, que atualmente compõem uma pequena proporção do uso da terra na ASS, são menos propensas a adotarem estes sistemas, uma vez que não possuem compromisso com a melhoria dos solos e do ambiente.

References

ADMASU, D. **Invasive plants and food security**: the case of Prosopis juliiflora in the Afar region of Ethiopia. FARM - Africa for IUCN. 2008. Disponível em: <http://cmsdata.iucn.org/downloads/invasive_plants_and_food_security___final.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CULLEN, M. A.; DURSCHINGER, L. L. Emerging market for land-use carbon credits: regulatory momentum and reliable standards support growth. **ITTO Tropical Forest Update**, v. 18, n. 3, 2012.

DAVIDSON, J. **Ecological aspects of eucalyptus plantations**. 1993. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/005/ac777e/ac777e06.htm#bm06>. Acesso em: 15 fev. 2017.

DIXON, J.; GULLIVER, A.; GIBBON, D. **Farming systems and poverty**: improving farmers' livelihoods in a changing world. 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/y1860e/y1860e00.htm#TopOfPage>. Acesso em: 15 fev. 2017.

DROPPELMAN, K.; BERLINER, P. Runoff agroforestry - a technique to secure the livelihood of pastoralists in the Middle East. **Journal of Arid Environments**, v. 54, n. 3, p. 571–577, July 2003.

ELFADL, M. A.; LUUKKANEN, O. Field studies on the ecological strategies of *Prosopis juliiflora* in a dryland ecosystem: 1. A leaf gas exchange approach. **Journal of Arid Environments**, v. 66, n. 1, p. 1–15, Apr. 2006.

FRANZEL, S.; SCHERR, S. J. (Ed.). **Trees on the farm**: assessing the adoption potential of agroforestry practices in Africa. New York: CABI Publishing, 2002.

KABWE, G.; BIGSBY, H.; CULLEN, R. Factors influencing adoption of agroforestry among smallholder farmers in Zambia. In: NZARES CONFERENCE, 2009, Nelson, New Zealand. **Proceedings**… Canterbury: NZARES, 2009. Disponível em: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/97135/2/2009_9_Zambian%20Agroforestry%20Adoption_KabweG.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

KANG, B. T. Potential for sustainable agroforestry and alley farming in tropical Africa. In: SOIL tillage in Africa: needs and challenges. Rome: FAO, 1993. (FAO Soils Bulletin, 69).

KESSLER, J. J.; BREMAN, H. The potential of agroforestry to increase primary production in the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. **Agroforestry Systems**, v. 13, n. 1, p. 41-62, Jan. 1991.

NORTON-GRIFFITHS, M.; HERR, H. **Drivers of land cover and land use change in Kenya 1983 to 2013**. Nairobi: World Agroforestry Centre, 2013. Disponível em: <http://de.slideshare.net/agroforestry/mng-hh-seminar-april-19th-2013>. Acesso em: 24 mar. 2017.

OBALLA, P. O.; KONUCHE, P. K. A.; MUCHIRI, M. N.; KIGOMO, B. N. **Facts on growing and use of eucalyptus in Kenya**. Nairobi: Kenya Forestry Research Institute, 2010. Disponível em: <https://kefri.org/PDF/Publications/neweucalyptus.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.

PYE-SMITH, C. **The Quiet revolution**: how niger's farmers are re-greening the parklands of the Sahel. Nairobi: World Agroforestry Centre, 2013. (ICRAF Trees for Change, 12).

SCHWARTZ, H. J.; DIOLI, M. **The One-humped camel in Eastern Africa**: a pictorial guide to diseases, health care and management. Weikersheim, Germany: Verlag Joseph Margraf, 1992.

SCHWARTZ, H. J.; SCHAFFT, H. Integrated livestock tree cropping systems: a review of potential and constraints arising from the biology of the animals. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK-TREE CROPPING WORKSHOP, 1988, Serdang, Malaysia. **Proceedings**… Malaysia: FAO/MARDI, 1988. p. 2-37.

SCHWARTZ, H. J.; SCHULTKA, W. **A Compendium of important forage plants in the Semi-Arid and Arid Rangelands of Kenya**. Nairobi: Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing, 1995. (Range management handbook of Kenya, v. III, 9).

SEEBERG-ELVERFELDT, C. **Carbon finance possibilities for Agriculture, Forestry and other land use projects in a smallholder context**. Rome: FAO, 2010. (FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper, 34). Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/i1632e/i1632e.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

SHAMES, S.; WOLLENBERG, E.; BUCK, L. E.; KRISTJANSON, P.; MASIGA, M.; BIRYAHAHO, B. **Institutional innovations in African smallholder carbon projects**. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, 2012. (CCAFS Report, 8). Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/21222>. Acesso em: 25 mar. 2017.



Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISBN 978-85-7035-922-3
9 788570 359223

CGPE 15479