

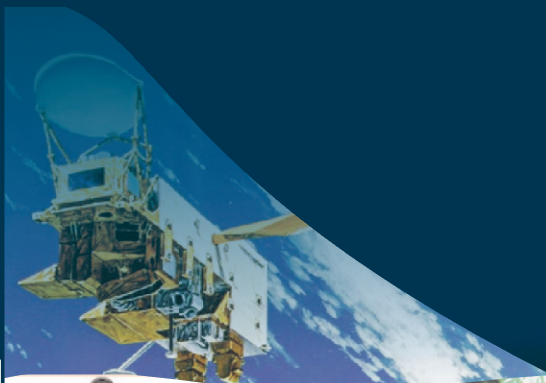


# PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO PARA O CERRADO

*Fábio Gelape Faleiro  
Evie dos Santos de Sousa*

Editores técnicos

**Embrapa**



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

# **PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO PARA O CERRADO**

*Fábio Gelape Faleiro  
Evie dos Santos de Sousa*

Editores técnicos

*Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2007*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970 – Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9815  
Fax: (61) 3388-9879  
www.cpac.embrapa.br  
sac@cpac.embrapa.br

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica - PqEB -  
Av. W3 Norte (final)  
CEP 70770-901 - Brasília, DF  
Fone: (61) 3340-9999  
Fax: (61) 3340-2753  
www.sct.embrapa.br  
vendas@sct.embrapa.br

Coordenação editorial

*Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto

*Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

*Francisca Elijani do Nascimento*

*Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica

*Rosângela Lacerda de Castro*

Projeto gráfico, Editoração, Capa

*Jussara Flores de Oliveira*

Fotos da capa

*Embrapa Cerrados*

**1ª edição**

1ª impressão (2007): 200 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP  
Embrapa Cerrados**

---

P474 Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado /  
editado por Fábio Gelape Faleiro, Evie dos Santos de  
Sousa. -- Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.  
138 p. : il.

ISBN 978-85-7075-038-9

1. Pesquisa. 2. Conhecimento. 3. Tecnologia. I. Faleiro,  
Fábio Gelape. II. Sousa, Evie dos Santos.

001.4 - CDD 21

---

© Embrapa 2007

# COMISSÃO ORGANIZADORA DA I SEMANA UNIVERSITÁRIA REALIZADA NA EMBRAPA CERRADOS

---

Evie dos Santos de Sousa (Coordenadora)

Fábio Gelape Faleiro (Secretário)

Eloísa Aparecida Belleza Ferreira

Jeanne Christine Claessen de Miranda

Maria Edilva Nogueira

Hozana Álvares de Oliveira

Zenilton de Jesus Gayoso Miranda

# AUTORES

---

**ALEXANDRE DE OLIVEIRA BARCELLOS**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
barcello@cpac.embrapa.br

**ANTONIO FERNANDO GUERRA**

Eng. Agríc., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
guerra@cpac.embrapa.br

**AUSTECLÍNIO LOPES DE FARIAS NETO**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
auster@cpac.embrapa.br

**CARLOS ROBERTO SPEHAR**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados  
spehar@cpac.embrapa.br

**CLAUDETE TEIXEIRA MOREIRA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados  
claudete@cpac.embrapa.br

**CLAUDIO SANZONOWICZ**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados  
sanzo@cpac.embrapa.br

**DJALMA MARTINHÃO GOMES DE SOUSA**

Quím., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
dmgsousa@cpac.embrapa.br

**EDSON LOBATO**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados  
lobato@cpac.embrapa.br

**EUZEBIO MEDRADO DA SILVA**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
euzebio@cpac.embrapa.br

**EVIE DOS SANTOS DE SOUSA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Analista da Embrapa Cerrados  
evie@cpac.embrapa.br

**FABIANA DE GOIS AQUINO**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados  
fabiana@cpac.embrapa.br

**FÁBIO GELAPE FALEIRO**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
ffaleiro@cpac.embrapa.br

**FERNANDO ANTÔNIO MACENA SILVA**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
macena@cpac.embrapa.br

**GERALDO BUENO MARTHA JÚNIOR**

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
gbmartha@cpac.embrapa.br

**GUSTAVO COSTA RODRIGUES**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
gustavo@cpac.embrapa.br

**JOÃO BATISTA RAMOS SAMPAIO**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados  
sampaio@cpac.embrapa.br

**JORGE ENOCH FURQUIM WERNECK LIMA**

Eng. Agríc., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
jorge@cpac.embrapa.br

**JOSÉ HUMBERTO VALADARES XAVIER**

Eng. Agrôn., M.Sc., Analista da Embrapa Cerrados  
jhumbert@cpac.embrapa.br

**JOSÉ LUIZ FERNANDES ZOBY**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados  
zoby@cpac.embrapa.br

**JULIO CESAR ALBRECHT**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
julio@cpac.embrapa.br

**LEONES ALVES DE ALMEIDA**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Soja  
leones@cnpso.embrapa.br

**LOURIVAL VILELA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
lvilela@cpac.embrapa.br

**LUCIANO SHOZO SHIRATSUCHI**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
shozo@cpac.embrapa.br

**LUDMILLA MOURA DE SOUZA AGUIAR**

Biól., D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados  
ludmilla@cpac.embrapa.br

**MARCELO NASCIMENTO DE OLIVEIRA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
manoli@cpac.embrapa.br

**MARCIO SÓ E SILVA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo  
soesilva@cnpt.embrapa.br

**NELSON DOS SANTOS E SILVA**

Quím., Técnico Agrícola da Embrapa Cerrados  
nelson@cpac.embrapa.br

**OMAR CRUZ ROCHA**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
omar@cpac.embrapa.br

**PLINIO ITAMAR MELO DE SOUZA**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
plinio@cpac.embrapa.br

**RENATO AMABILE**

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
amabile@cpac.embrapa.br

**ROBERTO TEIXEIRA ALVES**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Cerrados  
ralves@cpac.embrapa.br

**ROMEU AFONSO DE SOUZA KIIHL**

Eng. Agrôn., Ph.D., Tropical Melhoramento e Genética Ltda  
romeu@tmg.agr.br

**SÉRGIO ABUD DA SILVA**

Biól., Técnico Agrícola da Embrapa Cerrados  
abud@cpac.embrapa.br

**SOLANGE ROCHA MONTEIRO DE ANDRADE**

Biól., D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados  
solange@cpac.embrapa.br

**WALTER QUADROS RIBEIRO JÚNIOR**

Biól., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Trigo  
walter@cpac.embrapa.br



Dedicamos este livro aos estudantes de graduação e pós-graduação, bolsistas e estagiários que contribuem de forma ativa para a realização dos trabalhos de pesquisa na Embrapa e para ampliar, a cada dia, a ponte de mão dupla entre a Embrapa e as Universidades.

# APRESENTAÇÃO

---

Este livro é um dos produtos científicos da I Semana Universitária realizada na Embrapa Cerrados na ocasião da comemoração dos seus 30 anos, em 2005. Participaram do evento 58 estudantes da Universidade de Brasília (UnB), Universidade Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Universidade Estadual de Goiás (UEG), UPIS- Faculdades Integradas, Universidade Católica de Brasília (UCB), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Goiás (UFG) e Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Foram apresentadas 12 palestras por pesquisadores da Embrapa Cerrados e visitadas as áreas experimentais e de reservas ecológicas com o apoio de técnicos da Área de Comunicação e Negócios, laboratoristas e pesquisadores.

Nas palestras, foram apresentadas algumas contribuições das pesquisas realizadas na Embrapa Cerrados considerando sua missão institucional de viabilizar soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do espaço rural da região do Cerrado. Entre as contribuições, foram discutidos a caracterização e a conservação da biodiversidade, o manejo e a fertilidade do solo, a diversificação da produção agrícola, o exemplo da cevada como cultura alternativa, o desenvolvimento da agricultura familiar, a gestão de recursos hídricos, o manejo fitotécnico e da irrigação do café, a conquista do Cerrado pelo trigo, aspectos atuais sobre biotecnologia, biossegurança e transgênicos, a integração lavoura-pecuária, o zoneamento agrícola e a agricultura de precisão.

Os diferentes temas abordados no livro registram a memória da I Semana Universitária da Embrapa Cerrados, sendo uma fonte de consulta para estudantes e profissionais que gostariam de saber mais sobre as pesquisas realizadas na Embrapa Cerrados visando à geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias em benefício da sociedade brasileira.

*Roberto Teixeira Alves*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# SUMÁRIO

---

## CAPÍTULO 1

CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA DA EMBRAPA CERRADOS PARA A AGROPECUÁRIA NO BIOMA CERRADO .....	15
---	----

## CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA CERRADO .....	27
---	----

## CAPÍTULO 3

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO CERRADO .....	33
--	----

## Capítulo 4

MANEJO E FERTILIDADE DE SOLO NO CERRADO: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA .....	45
--	----

## CAPÍTULO 5

VIABILIDADE DO CULTIVO DO TRIGO NO CERRADO DO BRASIL CENTRAL .....	55
--	----

## CAPÍTULO 6

CULTIVARES DE TRIGO PARA O CERRADO .....	61
--	----

## CAPÍTULO 7

CEVADA: UM EXEMPLO DE CULTURA ALTERNATIVA PARA O SISTEMA IRRIGADO DO CERRADO ..	69
---	----

## CAPÍTULO 8

MANEJO ESTRATÉGICO DA IRRIGAÇÃO E ASPECTOS FITOTÉCNICOS DO CAFEIEIRO NO CERRADO .....	73
---	----

## CAPÍTULO 9

DIVERSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO CERRADO .....	81
--	----

<b>Capítulo 10</b>	
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA REGIÃO DO CERRADO .....	89
<b>CAPÍTULO 11</b>	
USO DO ENFOQUE DE P&D PARA APOIAR O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR: A EXPERIÊNCIA DOS PROJETOS SILVÂNIA E UNAI .....	99
<b>CAPÍTULO 12</b>	
ZONEAMENTO AGRÍCOLA: O CASO DA CULTURA DA SOJA NO ESTADO DE GOIÁS .....	109
<b>CAPÍTULO 13</b>	
AGRICULTURA DE PRECISÃO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS NO CERRADO .....	117
<b>CAPÍTULO 14</b>	
BIOTECNOLOGIA, TRANSGÊNICOS E BIOSSEGURANÇA .....	123
<b>CAPÍTULO 15</b>	
A CONQUISTA DO CERRADO PELA SOJA .....	129

# CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA DA EMBRAPA CERRADOS PARA A AGROPECUÁRIA NO BIOMA CERRADO

ROBERTO TEIXEIRA ALVES

## Introdução

A Embrapa Cerrados é uma das unidades de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Localizada em Planaltina, Distrito Federal, foi criada em 1975 para gerar, adaptar e difundir conhecimento e tecnologias com a finalidade de viabilizar soluções para o desenvolvimento competitivo e sustentável do Bioma Cerrado. Sendo um centro de pesqui-

sa ecorregional, as atividades desenvolvidas visam ao conhecimento, à preservação e à utilização racional dos recursos naturais desse bioma. Desde aquela data, as tecnologias, os serviços e os produtos gerados pela Unidade vêm contribuindo para transformar o Cerrado brasileiro em importante área para as atividades agropecuárias e florestais.

Ao longo de sua história, a Embrapa Cerrados gerou conhecimentos e tecnologias que viabiliza-



ram a exploração agrícola desse bioma, possibilitando ao mesmo tempo, conhecer, preservar e utilizar racionalmente a biodiversidade desse ecossistema. Sua missão, objetivos e estratégias são fundamentados no princípio do desenvolvimento de sistemas de produção agrícola rentáveis, ecologicamente sustentáveis e socialmente justos.

Nas últimas três décadas, o agronegócio passou a ocupar posição de destaque no processo de desenvolvimento brasileiro, provendo as populações urbanas com alimentos a custos reais decrescen-

tes, mesmo com o aumento da demanda interna, suprindo com matérias-primas a agroindústria, gerando divisas, dinamizando a indústria de insumos e o setor de serviços.

Participando diretamente da expansão do agronegócio brasileiro, o Bioma Cerrado emergiu desse processo como um dos mais expressivos em virtude de sua extensa área geográfica com características edafoclimáticas que propiciaram intervenções, visando ao desenvolvimento de atividades agropecuárias e florestais, com avanços na produção e, sobretudo, na produtividade.



## Contribuição atual do Cerrado

Atualmente, o agronegócio brasileiro contribui com aproximadamente 30% do Produto Interno Bruto (PIB), emprega em torno de 40% da população economicamente ativa e responde em grande parte pelo *superavit* da balança comercial do País. Nesse contexto, o Bioma Cerrado responde por 42% do que representa o agronegócio brasileiro no PIB. O uso de conhecimentos e tecnologias gerados pela Embrapa Cerrados e demais instituições que atuam no Bioma Cerrado contribuiu

decisivamente para a incorporação dessa região ao processo produtivo, possibilitando o aumento da produtividade e da competitividade da atividade agrícola da região e do País.

A participação do Cerrado na produção nacional é bastante destacada: a contribuição da soja é de 63,5%; a do arroz, 37%; a do café, 48%, a do milho, 26%; a do feijão, 30% e a do algodão, 89%. Quanto ao rebanho bovino, a contribuição do Cerrado é de aproximadamente 36,02%, mas, quando se fala da produção de carne propriamente dita, o valor é de 55% da produção nacional.





## Considerações sobre o futuro

Estima-se que, com a utilização dos estoques de tecnologias atualmente disponíveis, seja possível produzir cerca de 350 milhões de toneladas de alimentos na área potencialmente utilizável para a agrossilvicultura, equivalente a dois terços do total de 207 milhões de hectares correspondentes ao Bioma Cerrado, bem como abrigar mais de 42% do rebanho bovino nacional.

Apesar dos resultados significativos obtidos, ainda são muitos os

desafios. A necessidade de avanços no conhecimento científico, a fim de suprimir os problemas relacionados à inclusão social e ao uso sustentável dos recursos naturais, tem preocupado o meio científico, os decisores e a sociedade organizada, indicando novas tendências para a pesquisa e para o desenvolvimento do Cerrado brasileiro.

Nos próximos anos, a demanda mundial por alimentos deverá crescer significativamente, em especial, por proteína de origem animal, nos países em desenvolvimento. A elevação da renda, o envelhecimento



da população, a redução do tamanho das famílias e a homogeneização dos padrões de consumo provocarão mudanças de hábitos e de preferências alimentares dos consumidores, mais ainda sob a perspectiva de maior expectativa de vida e da busca por alimentos mais saudáveis. Da mesma forma, produtos com uma identidade local ou regional ganharão espaço com apelos sociais, ambientais, culturais, nutricionais e econômicos.

Barreiras não-tarifárias relacionadas com o meio ambiente, relações trabalhistas, papel social e a

qualidade de produtos, processos e serviços do agronegócio deverão ganhar espaço no comércio internacional, com reflexos positivos no mercado interno.

A concentração da agroindústria, da produção e do consumo estará associada a um mosaico de formas produtivas e de comercialização. A logística de suprimento de matérias-primas e de distribuição dos produtos do agronegócio, juntamente com as políticas públicas de investimento, serão decisivas para a definição de novos pólos de desenvolvimento e de arranjos produtivos locais.



A segurança alimentar, envolvendo certificação, rastreabilidade e melhoria dos padrões sanitários dos produtos de origem agrícola e pecuária, crescerá concomitante às preocupações relacionadas aos impactos ambientais das atividades no espaço rural, levando à adoção crescente de normas ambientais mais rígidas e de boas práticas nos processos. A expansão do mercado de produtos orgânicos, minimamente processados e certificados, demandará o desenvolvimento de tecnologias e processos próprios para esse fim.

A disponibilidade adequada de água, em quantidade e qualidade, exigirá esforços para manejo e revitalização de bacias hidrográficas e avanços na gestão dos recursos hídricos, especialmente, para uso na irrigação. Deverão ser envidados esforços visando à economia de energia e à mitigação dos conflitos entre os usuários dos recursos hídricos, ao controle do assoreamento, à eutrofização e contaminação de rios, reservatórios e águas subterrâneas, passando pelo reúso da água e adequação dos sistemas de manejo de irrigação. Essas serão atividades estratégicas para a expansão e o sucesso

do agronegócio no Bioma Cerrado, área de recarga e origem de três importantes bacias hidrográficas do Brasil – rios São Francisco, Paraná e Araguaia-Tocantins.

A adoção de sistemas de manejo e conservação do solo e da água será parte das estratégias de recuperação da capacidade produtiva de áreas já degradadas ou em processo de degradação que serão reincorporadas no processo produtivo em patamares mais elevados de produtividade, diminuindo-se, dessa forma, a taxa de expansão da fronteira agrícola.

A exploração combinada de atividades, como a agricultura e a pecuária, proporcionará sinergia de esforços com benefícios econômicos e sociais, além de consequências ambientais positivas.

Além dessa estratégia, outras, como o aumento da adoção de sistemas conservacionistas, com destaque para o plantio direto, repercutirão, positivamente no ambiente, muito além da escala local.

Haverá expansão da demanda por celulose nos mercados interno e

externo e do valor comercial da madeira certificada.

Da mesma forma, aumentarão as demandas interna e externa por fontes renováveis de energia em alternativa aos combustíveis fósseis visando à redução das emissões de gases efeito estufa.

A biotecnologia moderna conferirá maior eficiência e eficácia aos programas de melhoramento genético animal e vegetal, e seus produtos e benefícios terão forte impacto na produção. Novas cultivares mais resistentes a pragas, a doenças e a estresses abióticos propiciarão a pro-

gressiva diminuição dos custos de produção, do uso de defensivos e o aproveitamento de áreas consideradas marginais para as atuais cultivares. Igualmente, novas cultivares deverão atender a emergentes nichos ecológicos e de mercado ainda não contemplados.

Esforços serão voltados para a preservação, a conservação, a recuperação e a utilização de recursos hídricos, edáficos e genéticos (animais e vegetais).

Haverá o incremento da produção de grãos, carne e leite em áreas recuperadas por meio da integração



lavoura-pecuária. Atualmente, existem cerca de 61 milhões de hectares de pastagens degradadas ou em processo de degradação que necessitam de tecnologias adequadas para aumentar o potencial produtivo e econômico em bases mais sustentáveis. A adoção de sistemas e de modelos que integram a agricultura e a pecuária é necessária para viabilizar a reincorporação dessas áreas ao processo produtivo em base econômica que resulte no crescimento do agronegócio no Cerrado.

Identificar-se-ão fontes de resistência e de tolerância a pragas e a doenças das culturas de grãos, forrageiras e pastagens.

Serão introduzidas novas opções de cultivos, sobretudo, como fontes alternativas de energia.

Haverá o aproveitamento de produtos nativos de origem vegetal e animal, bem como o aumento das pesquisas com ferramentas de biotecnologia e organismos geneticamente modificados.

As oportunidades que elevariam o impacto dos esforços da pesquisa e do agronegócio baseiam-se no clima e nos solos de fácil mecanização, na sua localização geográfica, no estoque tecnológico existente, no perfil dos usuários da informação, na experiência acumulada e na integração multidisciplinar da pesquisa para impulsionar o agronegócio.

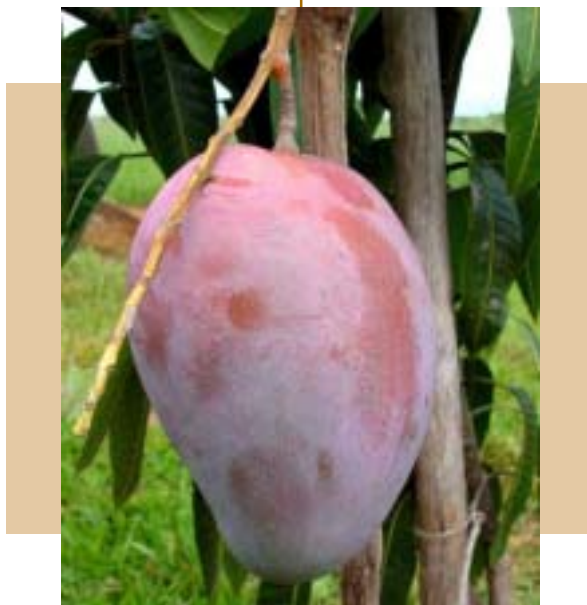


A globalização da economia implica mudanças técnicas e gerenciais nos sistemas de produção. Isso envolve melhorias na qualidade de produtos e de processos, incentivando o produtor rural a tornar-se mais eficiente. Assim, a informatização e o beneficiamento dos produtos agropecuários, antes de atingir o consumidor final, serão atividades crescentes nas cadeias produtivas.

A competitividade do Brasil no mercado internacional nem sempre é reflexo da eficiência produtiva incluindo menor remuneração líquida ao produtor rural. A inserção do País ao mercado internacional pode invi-

abilizar políticas de fortalecimento de renda que não sejam por meio do avanço e do uso de tecnologia, tanto no aumento da eficiência na produção como também nos processos administrativos nela envolvidos.

A consolidação da produção de grãos, de leite e de carne no Bioma Cerrado exigirá a valorização da pesquisa agropecuária, inclusive, a voltada para produtos regionais com foco nos mercados interno e no externo. A produção de bioenergia, oriunda de fontes renováveis, deve continuar a se expandir no Brasil, visando também ao mercado internacional. A ampliação do número de



signatários do Protocolo de Kyoto conduzirá à adequação da matriz energética mundial e a novos mecanismos de adoção e produção de energia limpa. Existem grandes oportunidades ainda pouco exploradas de produção de álcool e óleo vegetal para fins energéticos e alimentícios. Deverá ainda ocorrer forte demanda pelo consumo de produtos agroecológicos in natura e processados, o que certamente irá necessitar do suporte da pesquisa para estabelecer suas potencialidades e limitações.

Algumas ameaças permeiam as oportunidades, como a escassez e a competição por recursos financeiros com outras instituições de pesquisa e ensino. Além disso, em segmentos das cadeias produtivas com forte participação das tecnologias e conhecimentos gerados na Embrapa Cerrados, detecta-se a presença de outros tomadores de recursos e do interesse crescente de corporações privadas. As relações ainda ténues com fundações e empresas de insumos, com indicações próprias para o mercado, sinalizam



para o fortalecimento das ações de comunicação e transferência de tecnologias e conhecimentos da Unidade, num cenário cada vez mais competitivo.

A demanda mundial pela gestão e conservação dos recursos hídricos cresce, com o propósito de garantir água em quantidade e qualidade para gerações futuras e que assegure a sustentabilidade da produção e o sucesso do agronegócio no cenário internacional. A Embrapa Cerrados envidará esforços significativos na obtenção de conhecimentos e na geração de tecnologias relativas à gestão e à racionalização do uso desses recursos.

Outra demanda de tecnologia para o Cerrado está relacionada à conservação e ao uso dos recursos genéticos nativos. Atualmente, existe preocupação com o aumento do uso de novas áreas do Cerrado para atividades agropecuárias, o que implica a redução da biodiversidade genética. É fundamental a criação, a ampliação e a manutenção de bancos de germoplasma para a utilização, entre outros, em programas de melhoramento genético. Além

disso, são necessários trabalhos minuciosos de caracterização morfológica, agrônômica e molecular dos acessos, bem como trabalhos de domesticação de algumas espécies com potencial econômico. O conjunto de ações viabilizará o estabelecimento de cultivos comerciais, programas de melhoramento genético ou mesmo o emprego de princípios ativos, moléculas e genes desse valioso patrimônio genético para diferentes fins.

Com a perspectiva de aumento da demanda internacional por celulose e madeira certificada, e, diante do fato de o Brasil possuir 64% de sua área coberta de florestas (540 milhões de hectares), dos quais apenas 0,9% é de floresta plantada, existe a demanda por tecnologias voltadas a atividades sustentáveis de produção florestal adequadas ao Bioma Cerrado. Da mesma forma, esforços deverão ser concentrados na expansão das demandas interna e externa por biomassa para uso energético, seja pela identificação de plantas mais adaptadas e de maior rendimento, seja pela definição de áreas com maior aptidão para esses cultivos.



De maneira geral, as pesquisas vêm sendo executadas visando à geração de produtos e a processos mais voltados para as commodities. É importante que os avanços científicos e tecnológicos contemplem uma matriz de produtos mais ampla e que, também, agreguem benefícios para outros segmentos da economia e da sociedade no Bioma Cerrado, gerando empregos e inclusão social, preservando e conservando o meio ambiente e a sustentabilidade da produção.

A inserção de pequenos produtores, assentados da reforma agrária e de comunidades tradicionais no mercado requer, entre outras coisas, atividades de pesquisa e

desenvolvimento, bem como estratégias eficientes de transferência de tecnologia para garantir a viabilidade, a competitividade e a sustentabilidade desses sistemas produtivos.

Temos a certeza de que o Bioma Cerrado, com a contribuição do trabalho realizado por nossa Unidade de Pesquisa e seus parceiros, deverá estar preparado para atender às demandas interna e externa por alimentos, com ganhos em produtividade e que também procurará atender a todas as exigências crescentes da sociedade em relação à segurança alimentar e aos impactos ambientais.

Esta é a nossa visão, a nossa fé e a nossa mensagem.



# CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA CERRADO

FABIANA DE GOIS AQUINO  
LUDMILLA MOURA DE SOUZA AGUIAR

O Bioma Cerrado apresenta cerca de 200 milhões de hectares, sendo o segundo maior bioma brasileiro em área. Esse ecossistema estende-se continuamente por todo o Planalto Central do Brasil, nos estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São

Paulo. O Bioma Cerrado faz fronteira com a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, o Pantanal e a Caatinga. As áreas de transição ou ecótonos, onde há o contato entre dois biomas, são conhecidas como áreas de tensão ecológica e nelas podem ser encontradas não só espécies pertencentes aos dois ecossistemas como também espécies endêmicas.



*Anacardium occidentale*



*Bowdichia virgilioides*

O Bioma Cerrado é composto de diversos tipos de vegetação:

- Mata Ciliar – vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte da região do Cerrado.
- Mata de Galeria – vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte da região do Cerrado e diferencia-se da Mata Ciliar, pois a vegetação forma corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água. Geralmente, essas matas localizam-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras dos cursos d'água.
- Mata Seca – formação florestal caracterizada pela queda das folhas na época seca. Essas matas não se associam, com cursos de água.
- Cerradão – formação florestal com aspectos xeromórficos, ou seja, plantas com características típicas daquelas adaptadas aos ambientes secos. No Cerradão, podem ocorrer tanto espécies do Cerrado Sentido Restrito quanto de mata.
- Cerrado Sentido Restrito – formação savânica, com presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, em geral, com evidências de queimadas. Ocorrem arbustos espalhados e estrato herbáceo exuberante, principalmente, na época chuvosa.
- Parque de Cerrado – formação savânica caracterizada pela presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, conhecidas como murundus. Normalmente, ocorre sobre solos úmidos.



*Aspidosperma macrocarpon*



*Terminalia fagifolia*

- Vereda – vegetação que ocorre sobre solos úmidos, caracterizando-se pela presença da palmeira arbórea *Mauritia flexuosa*, o buriti.
- Campo Sujo – vegetação composta tão-somente de plantas herbáceas e arbustivas, com os arbustos esparsamente distribuídos na área.
- Campo Rupestre – vegetação composta de plantas herbáceas e arbustivas, com presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Geralmente, ocorre em altitudes superiores a 900 m.
- Campo Limpo – vegetação essencialmente herbácea, com raros arbustos. Geralmente, ocorre sobre solos úmidos, nos olhos d'água, circundando as Veredas e nas bordas das Matas de Galeria.

Na região do Cerrado, coexistem cerca de 11.000 espécies de plantas; 212 espécies de mamíferos; 837 de aves; 180 de répteis; 150 de anfíbios; 1.200 de peixes e 67.000 espécies de invertebrados. No entanto, toda essa biodiversidade está ameaçada. Nos últimos 50 anos, o Cerrado tem perdido áreas nativas numa velocidade assustadora. Pelas estimativas, 50% da área nativa do



Cerrado foi modificada e se a taxa de desmatamento se mantiver na velocidade atual, esse bioma poderá desaparecer em 2030, ficando restrito somente às Unidades de Conservação.

O desmatamento dessa região implica a perda de muitas espécies endêmicas e diversas delas valiosas para o Homem. A maioria dessas espécies ainda não foi devidamente investigada. A presença de espécies nativas na natureza é importante não só como reserva genética para seu melhoramento, mas também para a manutenção dos sistemas agrícolas, mantendo espécies importantes como inimigos naturais de pragas, doenças e parentes silvestres de plantas cultivadas, entre outros.

O desmatamento do Cerrado também pode gerar problemas de saúde que são agravados em decorrência de alterações provocadas na natureza, como a raiva, a dengue e a hantavirose. A raiva é uma doença que ocorria principalmente no meio rural, mas com os desmatamentos já atinge o meio urbano. É uma preocupação constante, pois está diretamente associada à criação de gado (herbívoros). Quando são introduzidas várias cabeças de gado, retira-se totalmente a área nativa para pastagem, em uma área onde antes havia animais silvestres, ocorre uma super oferta de alimento para os morcegos hematófagos (que se alimentam de sangue), pois eles passam a se alimentar do gado que é abundante. Dessa forma, a população



*Hancornia speciosa*

dos morcegos tende a crescer e, inevitavelmente, aparece a raiva, que controla o tamanho dessa população, pois o morcego também morre atacado pela doença. A transmissão da raiva vem aumentando no Brasil, e o controle somente é possível com a vacinação maciça do gado e a divulgação dos efeitos do desmatamento e da importância da vacinação. A hantavirose também pode ser o efeito de uma super oferta de alimento (*Brachiaria*) para os ratos, e o processo é semelhante ao da raiva. O desmatamento ainda extermina os predadores naturais dos ratos, como gaviões, corujas e cobras. A proliferação do mosquito transmissor da dengue (*Aedes aegypti*) é, igualmente, uma consequência de alterações no equilíbrio da natureza. Algumas espécies de peixes alimentam-se de larvas e ovos do mosquito transmissor da dengue, ou seja, são inimigos naturais do mosquito. Todavia, quando a poluição nos rios aumenta, os peixes morrem e conseqüentemente haverá uma superpopulação do mosquito *Aedes aegypti*. Ressalta-se, ainda, a poluição dos rios, lagos e dos oceanos, o que pode ocasionar a falta de água muito em breve, caso nenhuma providência seja tomada.

O Cerrado é considerado um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade e um dos mais ameaçados do mundo. Assim, é essencial compreender a importância das áreas remanescentes de Cerrado e preservá-las. Atualmente, existem tecnologias sustentáveis apropriadas para serem utilizadas nessa região. Uma das formas de se preservar tão importante ecossistema é a utilização e o aproveitamento das espécies da flora e da fauna do Cerrado.

Nesse bioma, já foram identificados grupos de espécies com diferentes potenciais de uso: alimentar, medicinal, forrageiro, artesanal, ornamental, madeireiro, melífero, condimentar, oleaginoso e outros. As espécies que compõem esses grupos são bastante conhecidas e utilizadas pela população regional. Algumas delas vêm gerando renda para as famílias dessa região, como: o pequi, a gueroba, o baru, a mangaba, a faveira, a arnica, o pacari, a mama-cadela, o murici. Em algumas regiões do Cerrado, o uso das plantas nativas representa a base do sustento de diversas famílias, a exemplo dos artesãos de Planaltina, Distrito Federal.

No grupo das fruteiras, mais de 50 espécies nativas do Bioma Cerrado apresentam frutos com grande aceitação pela população, mas quase todas as atividades de aproveitamento dessas frutas são extrativistas.

Embora, nosso país tenha uma legislação ambiental que visa proteger áreas nativas para as futuras gerações, ainda não existe fiscalização mais rígida para proteger os recursos naturais e uma política pública que

incentive as pesquisas. Atualmente, qualquer ocupação no Cerrado deveria ser avaliada com cautela, pois essa região, além de ser considerada uma das mais produtivas do País, também é riquíssima em biodiversidade e recursos hídricos. Portanto, qualquer ação que altere e prejudique o equilíbrio da natureza existente, no que ainda resta de Cerrado, pode desencadear processos que irão nos agredir diretamente. E nesse caso não há vacina como prevenção!



*Annona crassiflora*

# GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO CERRADO

JORGE ENOCH FURQUIM WERNECK LIMA  
EUZEBIO MEDRADO DA SILVA

O Brasil é o país com a maior disponibilidade hídrica do mundo. Somando as vazões de todos os rios existentes no planeta (42.600 km<sup>3</sup>/ano), cerca de 19% desse montante (8.130 km<sup>3</sup>/ano) fluem em solo brasileiro. Apesar de tanta água, o País, assim como muitos outros, também apresenta problemas de escassez hídrica e conflitos pelo uso da água em algumas de suas regiões. A compreensão desse fato torna-se mais clara à medida que se aprofunda o conhecimento sobre a distribuição espaço-temporal dos recursos hídricos no Brasil. Se por um lado temos uma bacia hidrográfica como a Amazônica, que possui mais de 80% da disponibilidade hídrica nacional e tem baixa densidade demográfica, por outro lado, há bacias como as dos rios São Francisco e Paraíba do Sul, com relações menos favoráveis entre disponibilidade e demanda hídrica.

Com o crescimento da população e, conseqüentemente, da de-

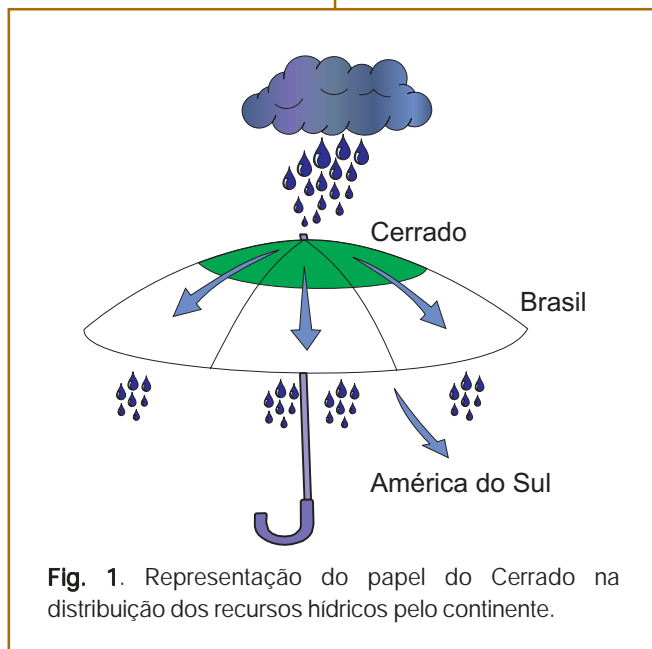
manda de água para o seu consumo direto e para a produção de alimentos, bens e serviços, a tendência é que aumente o número de regiões com problemas relativos à escassez e à poluição hídrica. Com o intuito de evitar, minimizar ou solucionar situações dessa natureza, é importante a existência de sistemas eficientes de gestão de águas, descentralizados e com a participação da sociedade e, fundamentalmente, baseados em dados e informações que subsidiem as decisões e as ações a serem adotadas para o adequado aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis nas bacias hidrográficas.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, com cerca de 204 milhões de hectares, ocupando aproximadamente 24% do território nacional. Sua maior parte está localizada no Planalto Central Brasileiro que, conforme sua denominação, compreende regiões de



elevadas altitudes, na porção central do País. Assim, o espaço geográfico ocupado pelo Bioma Cerrado desempenha papel fundamental no processo de distribuição dos recursos hídricos pelo País, sendo o local de origem das grandes regiões

hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano. Na Fig. 1, é apresentado um esquema para representar essa função do Cerrado na distribuição da água superficial pelo território, como um “efeito guarda-chuva”.



**Fig. 1.** Representação do papel do Cerrado na distribuição dos recursos hídricos pelo continente.

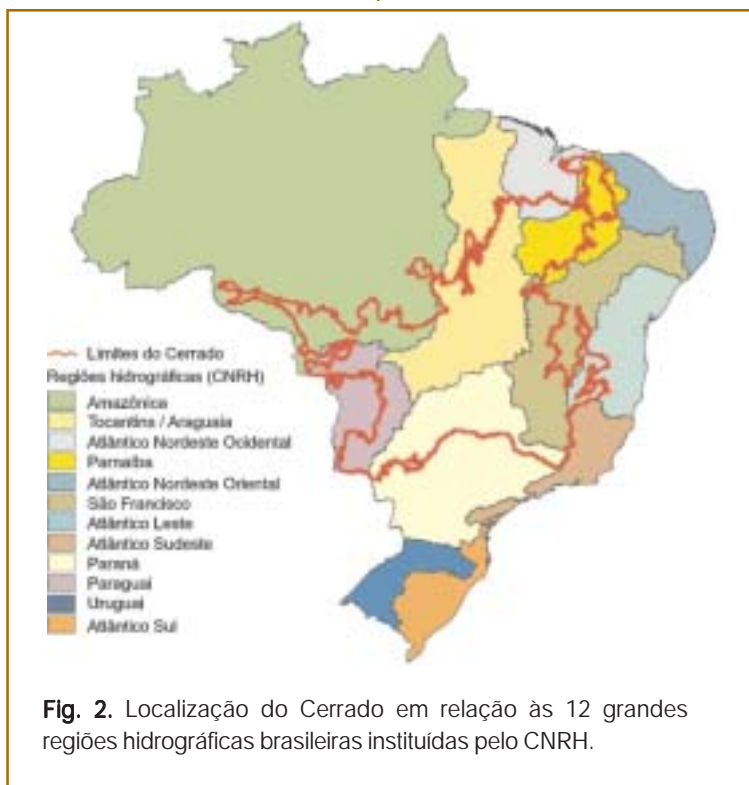
Os principais rios que recebem contribuições de áreas de Cerrado são: na região Hidrográfica Amazônica: os rios Xingu, Madeira e Trombetas; na do Tocantins-Araguaia: os rios Araguaia e Tocantins; na do Atlântico Nordeste Oriental: o rio Itapecuru; na Bacia do Parnaíba: os rios Parnaíba, Poti e Longá; na do São Francisco: os

rios São Francisco, Pará, Paraopeba, das Velhas, Jequitaí, Paracatu, Uruçuia, Carinhanha, Corrente e Grande; na do Atlântico Leste: os rios Pardo e Jequitinhonha; na Bacia do Paraná: os rios Paranaíba, Grande, Sucuriú, Verde e Pardo; na do Paraguai: os rios Cuiabá, São Lourenço, Taquari, Aquidauana; entre outros.

Na Fig. 2, é apresentado o mapa referente à atual divisão hidrográfica nacional, instituída em 2003 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que reparte o País em 12 regiões hidrográficas.

Como se pode observar na Fig. 2, a área contínua do Cerrado

contribui com 8 das 12 regiões hidrográficas brasileiras. A quantificação da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras foi efetuada por Lima e Silva (2007), tendo seus resultados apresentados na Tabela 1.



**Tabela 1.** Contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras (LIMA; SILVA, 2007).

N	Região Hidrográfica	Área total <sup>(*)</sup>		Vazão total <sup>(*)</sup>		Área sob Cerrado		Vazão no Cerrado		Vazão específica (L/s.km <sup>2</sup> )
		(km <sup>2</sup> )	%	(m <sup>3</sup> /s)	%	(km <sup>2</sup> )	%	(m <sup>3</sup> /s)	%	
1	Amazônica <sup>(*)</sup>	3.869.953	45,35	131.947	73,54	210.000	5,4	5.051	3,8	24,05
2	Tocantins-Araguaia	921.921	10,80	13.624	7,59	590.000	64,0	8.392	61,6	14,22
3	Atlântico Nordeste Ocidental	274.301	3,21	2.683	1,50	60.000	21,9	232	8,6	3,86
4	Parnaíba	333.056	3,90	763	0,43	220.000	66,1	807	105,8	3,67
5	São Francisco	638.576	7,48	2.850	1,59	300.000	47,0	2.674	93,8	8,91
6	Atlântico Leste	388.160	4,55	1.492	0,83	60.000	15,5	314	21,0	5,23
7	Paraná <sup>(*)</sup>	879.873	10,31	11.453	6,38	375.000	42,6	5.485	47,9	14,63
8	Paraguai <sup>(*)</sup>	363.446	4,26	2.368	1,32	225.000	61,9	3.214	135,7	14,29
9	Atlântico Nordeste Oriental	286.802	3,36	779	0,43	-	-	-	-	-
10	Atlântico Sudeste	214.629	2,52	3.179	1,77	-	-	-	-	-
11	Uruguai <sup>(*)</sup>	174.533	2,05	4.121	2,30	-	-	-	-	-
12	Atlântico Sul	187.522	2,20	4.174	2,33	-	-	-	-	-
Brasil		8.532.772	100,0	179.433	100,00	2.040.000	23,9	26.169	14,6	12,83

\* Dados referentes apenas à fração da região hidrográfica inserida em território brasileiro.

\*\* Fonte: Agência Nacional de Água (2005).

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que o Cerrado é fundamental para os recursos hídricos brasileiros, principalmente, para a vazão que flui nas regiões hidrográficas do Paraguai, Parnaíba, São Francisco e Tocantins-Araguaia, contribuindo com cerca de 136%, 106%, 94% e 62% da vazão que é lançada ao mar por seus principais rios, respectivamente. Destaca-se que os valores superiores a 100% são indicativos de que o restante da bacia, que não integra o Bioma Cerrado, tem um balanço hídrico deficitário em relação à geração de vazão, ou seja, o consumo é maior que a produção hídrica.

Diante do exposto e sendo a área de Cerrado uma região com cabeceiras de bacias hidrográficas, locais, geralmente, com pequena capacidade de suporte, é fundamental a ampliação dos conhecimentos referentes ao seu comportamento hidrológico para a adequada gestão de seus recursos hídricos. Além dos prejuízos locais que o uso inadequado desses recursos pode provocar, seus efeitos podem ser propagados por grandes extensões do território brasileiro, uma vez que ocorrem nas áreas de montante das bacias hidrográficas, ou seja, em suas áreas mais altas.

A gestão adequada dos recursos hídricos implica a compatibilização entre a disponibilidade e a demanda desse bem no espaço e no tempo.

No ano 2000, o volume total de água captada dos corpos hídricos pelo ser humano foi estimado em 3.695 km<sup>3</sup>. Desse montante, cerca de 9,5% foram usados para o abastecimento humano, 20,3% para a produção industrial e 70,2% para a produção de alimentos.

No Brasil, a vazão captada no ano 2000 foi estimada em 1.592 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, sendo 46% para fins de irrigação, 26% destinados ao abastecimento urbano, 18% para a indústria, 7% para a criação de animais e apenas 3% para o abastecimento de comunidades rurais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005). Entretanto, descontando-se a taxa de retorno de água de cada um dos usos citados para a própria bacia hidrográfica de onde os recursos hídricos foram captados, a irrigação responde por 69% do consumo efetivo de recursos hídricos do País; o abastecimento urbano representa 11%; o uso para a produção animal, 11%; o industrial, 7%; e o abastecimento rural, 2%

(AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005). Assim sendo, aproximadamente 80% do consumo efetivo de água no Brasil destina-se à produção de alimentos.

O mundo precisa de alimentos e, para produzi-los, como demonstrado, é necessária grande quantidade de água.

Entre todos os usos, a prática da agricultura irrigada é aquela que mais demanda recursos hídricos em termos quantitativos. Dependendo da cultura plantada, do clima, do solo, do sistema de cultivo e do manejo da irrigação, consomem-se, normalmente, de 3.000 a 15.000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, ou seja, de 300 a 1.500 mm.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, dependendo da necessidade de suplementação hídrica anual. Segundo Cosgrove e Rijsberman (1999), a produtividade média da água para a produção de grãos está entre 0,2 e 1,5 kg.m<sup>-3</sup>, o que é comprovado por meio de diversos experimentos executados no Bioma Cerrado.

Destaca-se que, em regiões onde as chuvas são escassas ou incertas, em determinados períodos do ano, a irrigação, quando há água

disponível, torna-se uma prática indispensável para o desenvolvimento de uma agricultura mais intensiva, aumentando a produção por área plantada e minimizando riscos de quebra de safra em virtude da falta de chuvas, como é o caso do Cerrado. Sem o uso da irrigação, o agricultor está restrito a produzir uma ou, com sorte, até duas safras por ano numa mesma área, ao passo que, se utilizar a irrigação, pode-se obter até três safras por ano numa mesma área, com maior produtividade em cada uma delas e menor risco.

Para se ter uma idéia da importância da irrigação, de toda área cultivada no mundo em 2003, cerca de 1,5 bilhão de hectares, apenas 278 milhões (18,5%) estavam sob sistemas irrigados e, nessa área, obteve-se cerca de 44% da produção de alimentos. Portanto, se não fosse pela irrigação, para produzir a mesma quantidade de alimentos no mundo, seria necessário ampliar a área plantada em aproximadamente 47%, passando de 1,5 para 2,2 bilhões de hectares, senão, a produção seria da ordem de 30% menor que a obtida em 2003. Além da importância social e econômica, esse constitui um fator positivo da irrigação, inclusive, em

termos ambientais, pois, como demonstrado, sua utilização reduz a necessidade de abertura de novas áreas para o aumento da produção de alimentos.

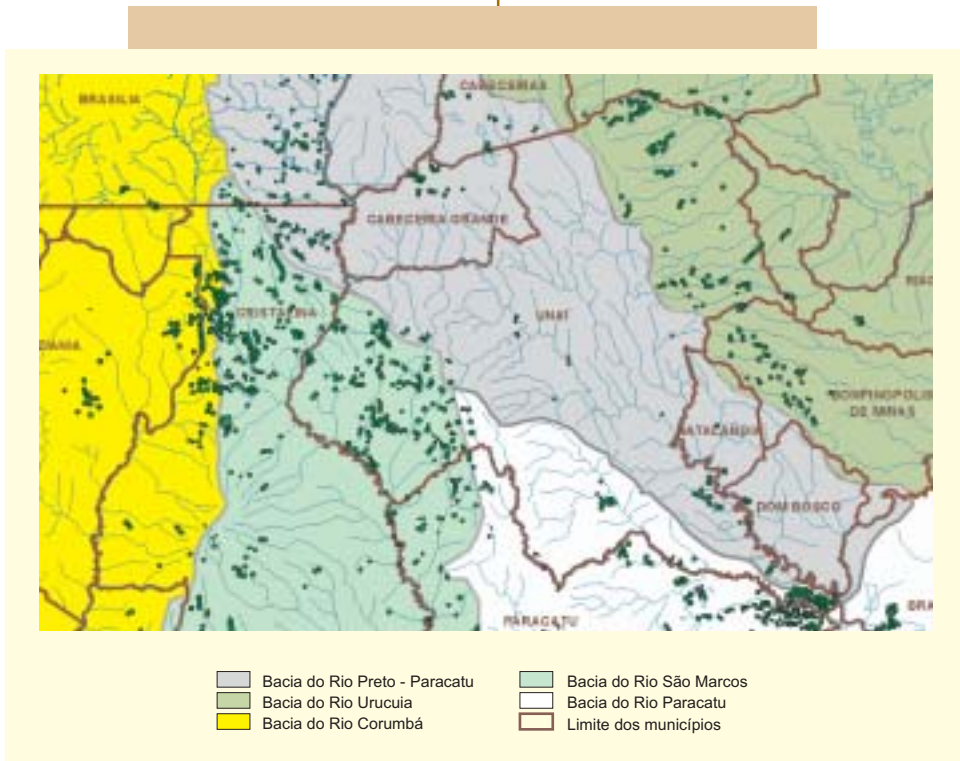
No Brasil, a área plantada total em 2003 foi de 58,5 milhões de hectares, dos quais apenas 3,4 milhões de hectares (5,8%) estavam sob sistemas de irrigação. Contudo, segundo Christofidis (2006), estima-se que a área apta para o desenvolvimento da agricultura no País seja de 110,0 milhões de hectares, sendo o potencial para a irrigação de 29,5 milhões de hectares, ou seja, 26,8% do total. Esses números demonstram o potencial de crescimento da agricultura irrigada no Brasil, que, atualmente, utiliza pouco mais de 10% de todo o seu potencial.

Estima-se que o Cerrado possua cerca de 10 milhões de hectares aptos para a irrigação (CHRISTOFIDIS, 2006), o que representa aproximadamente um terço do potencial brasileiro (29,5 milhões de hectares). No Cerrado, a Bahia e o Distrito Federal são as únicas Unidades Federativas onde não há mais um grande potencial para a expansão da área irrigada. Entretanto, ainda há grandes

áreas a serem irrigadas nos estados de Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Nos estados do Piauí e do Maranhão, o potencial para a irrigação não chega a ser tão expressivo, mas ainda há possibilidades de incremento da área irrigada no Cerrado. No caso de Rondônia, como sua área de Cerrado representa apenas uma pequena fração do estado, esses valores não foram considerados. Portanto, esti-

ma-se que no Cerrado ainda se irriga menos de 10% de todo o seu potencial, indicando que, se o mercado e a infra-estrutura necessária forem favoráveis, essa prática deverá continuar sua expansão na região.

Na Fig. 3, é apresentado o exemplo da quantidade da distribuição espacial de pivôs centrais na região do Distrito Federal e áreas circunvizinhas de Minas Gerais e Goiás.



**Fig. 3.** Distribuição dos pivôs centrais instalados em áreas de Cerrado do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais.

Fonte: Lima et al., 2007.

Lima et al. (2007), utilizando ferramentas de geoprocessamento, identificaram 6.001 pivôs centrais, totalizando 478.632 hectares irrigados na área contínua do Cerrado e, como se pode observar na Fig. 4, há determinadas regiões do Cerrado com grande concentração de sistemas de irrigação. Cabe destacar que esse não é o único método de irrigação utilizado na área, entretanto, é o mais facilmente identificado por meio da análise de imagens de satélite. Assim, a área irrigada no Cerrado é maior que a apresentada por Lima et al. (2007) e exemplificada na Fig. 4. A concentração de áreas irrigadas em certas regiões ou bacias hidrográficas representa um risco de superexploração dos recursos hídricos e, conseqüentemente, a neces-

sidade da implementação de sistemas de gestão desses recursos e a racionalização do uso da água.

Para possibilitar o uso eficiente dos recursos hídricos e evitar conflitos pelo uso da água e danos ao ambiente, a implantação de sistemas de irrigação deve ser precedida de alguns estudos fundamentais, tais como: conhecimento da relação entre a disponibilidade e a demanda hídrica local; verificação da legislação ambiental no que diz respeito a áreas passíveis de instalação de novos sistemas e os procedimentos de licenciamento ambiental e de outorga de direito do uso da água; e adequada escolha do método de irrigação e seu correto dimensionamento em virtude das características locais e das culturas com as quais se deseja trabalhar.



**Fig. 4.** Modelos de tensiômetro utilizados no manejo da irrigação.

No caso da operacionalização dos sistemas de irrigação de forma racional, o produtor deve adotar algumas ações como: o uso de técnicas adequadas (e disponíveis) de manejo de irrigação, que indicam o momento correto de irrigar e quanto de água aplicar, otimizando o uso da água, da energia, da mão-de-obra e de outros insumos; a manutenção adequada dos sistemas de captação e distribuição de água, evitando vazamentos, entupimentos e outras perdas que reduzem a eficiência do uso da água; e a aplicação adequada de fertilizantes e defensivos agrícolas, evitando a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Apesar de todas as técnicas disponíveis para o cumprimento das etapas supracitadas quanto à implementação e à operacionalização de sistemas irrigados, é comum o fato de os sistemas de irrigação serem conduzidos sem um programa de manejo da água que privilegie seu uso racional. São poucos os produtores realmente conscientes da necessidade de usar racionalmente a água e, por isso, as tecnologias desenvolvidas para esse fim, apesar de dis-

poníveis, são raramente adotadas. A água, nesse contexto, é normalmente considerada como um insumo de baixo custo, cujo dispêndio está associado apenas ao consumo de energia em razão do bombeamento da água para a irrigação. Portanto, trata-se de tarefa fundamental a urgente conscientização do irrigante de que cumprindo as etapas acima descritas, além dos benefícios econômicos que certamente terá, individualmente, ele estará sendo responsável por grandes ganhos para a sociedade, pois, além de estar gerando empregos, renda e alimentos, estará ajudando na preservação de nosso planeta.

A estratégia de manejo de irrigação baseia-se no consumo de água pelas plantas ao longo do tempo. Inicialmente, logo após o plantio, o consumo de água é baixo, refletindo, quase que exclusivamente, a evaporação da água do solo; com o crescimento do cultivo e de sua área foliar, há o aumento desse consumo até o seu patamar máximo, para, em seguida, diminuir, à medida que ocorre o declínio da atividade fotossintética das plantas. O consumo de água pelas culturas varia,



também, por causa dos seguintes fatores: da espécie e da variedade da planta; da demanda evapotranspirativa imposta pelo clima; do desenvolvimento da planta e de sua produtividade; do regime de aplicação de água; do estado sanitário da cultura; e outros.

Existem diferentes critérios que podem ser adotados para a realização do manejo da irrigação de uma forma adequada, sendo os mais comuns aqueles que monitoram a situação hídrica do solo, da planta ou da atmosfera (clima).

O monitoramento da condição hídrica do solo fornece a disponibilidade de água para as culturas, em sua zona radicular, ao longo do tempo. Existem diversos métodos para o acompanhamento da umidade do solo, sendo o mais utilizado aquele que relaciona esse valor à tensão com que a água está retida no solo por meio de equipamentos denominados tensiômetros (Fig. 4). É importante destacar que cada solo possui uma relação diferente entre essa tensão e a sua umidade correspondente, que é definida por meio da curva de retenção de água no solo.

Em relação ao uso de métodos que avaliam a situação hídrica da planta como critério para definir o manejo de irrigação, o monitoramento é realizado por meio de uma bomba de pressão específica para avaliar o potencial de água nas folhas.

No caso do uso das medidas climáticas para o manejo da irrigação, existem diversos métodos para a estimativa da demanda hídrica imposta pela atmosfera ao solo e às plantas. Essa técnica consiste na estimativa da evapotranspiração real na área cultivada e na reposição dessa lâmina de água via sistema de irrigação. Primeiramente, faz-se a estimativa da evapotranspiração de referência para a área ao longo do tempo. Esse valor pode ser levantado indiretamente, por meio de equações que utilizam dados climáticos como parâmetros (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e outras), ou diretamente, por meio de equipamentos (evaporímetro de Piché, Tanque Classe A e outros) que medem a evaporação da água e que, utilizando fatores de ajuste empíricos, são transformados em evapotranspiração de referência. Com base na evapo-

transpiração de referência e em coeficientes relativos à cultura e à disponibilidade de água no solo, estima-se a evapotranspiração real da área cultivada, que corresponde à necessidade efetiva de água a ser aplicada pelo sistema de irrigação.

Conforme ressaltado anteriormente, é importante destacar que a implementação de qualquer estratégia de manejo da irrigação só terá êxito na otimização do uso da água se o sistema estiver bem dimensionado e sem problemas de vazamentos e entupimentos, favorecendo uma distribuição uniforme da água na área de cultivo.

A água é um bem fundamental à vida e às diversas atividades desenvolvidas pelo ser humano, trazendo-lhe diversos benefícios sociais e econômicos; entretanto, como se trata de um recurso finito, com quantidade limitada em cada região, a sua utilização de forma inadequada pode resultar em conflitos e danos ao ambiente. Problemas relativos à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos já são observados em diversos locais do mundo, e, tam-

bém, já são presentes em áreas do Cerrado. Esse é o maior indicativo da urgência da implantação de sistemas legais e institucionais de gestão dos recursos hídricos, com a participação da sociedade, e da adoção de técnicas que permitam o uso racional da água na irrigação, prática de grande importância em termos sociais e econômicos, mas que pode representar riscos à sociedade quando utilizada sem o devido planejamento, implementação e manejo.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**: estudo técnico. Brasília, 2005. 123 p. (Caderno de Recursos Hídricos).

CHRISTOFIDIS, D. Oportunidades de irrigação no Cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Item**, Brasília, n. 69/70, p. 87-97, 2006.

COSGROVE, W.; RIJSBERMAN, F. R. **Challenge for the 21st Century**: making water everybody's business. Paris: World Water Council, 1999. 99 p.

LIMA, J. E. F. W.; SANO, E. E.; SILVA, E. M. da.; LOPES, T. S. S. Levantamento da

área irrigada por pivô-central no Cerrado por meio da análise de imagens de satélite: uma contribuição para a gestão dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

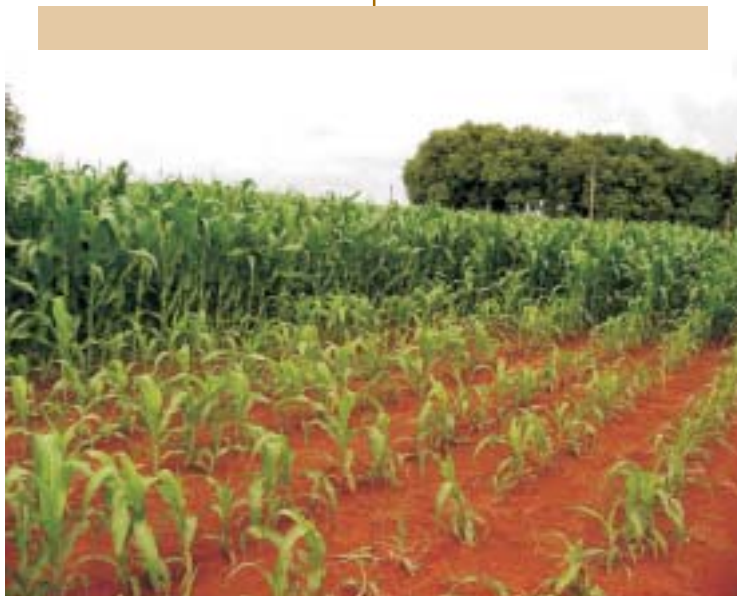
LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

# MANEJO E FERTILIDADE DE SOLO NO CERRADO: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

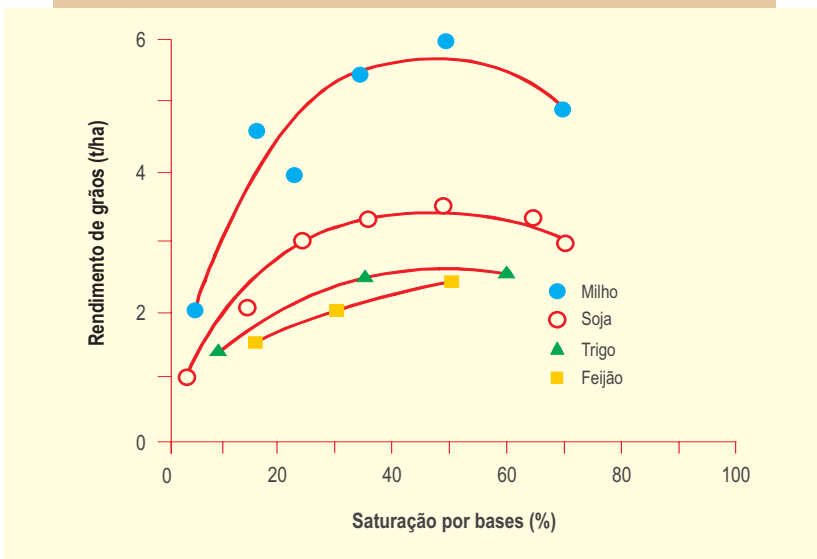
DJALMA MARTINHÃO GOMES DE SOUSA  
EDSON LOBATO

A história da agricultura no Brasil registra que até meados da década de 1950 o processo de produção era extrativista. A agricultura desenvolveu-se em regiões onde os solos eram férteis e esses eram cultivados até a exaustão e então abandonados, deslocando-se para outra área ou região. Nesse contexto, quase toda a Floresta Atlântica foi derrubada.

Em meados da década de 1960, pesquisas conduzidas pelo Instituto de Pesquisas IRI e pela Estação Experimental de Brasília mostraram ser possível, com a correção da acidez do solo e adubação adequada, recuperar a produtividade das terras “cansadas” de mata do Estado de São Paulo assim como tornar produtivos os solos do Cerrado do



Parcela de milho sem adubação fosfatada em primeiro plano. Ao lado e fundo milho com adubação fosfatada.



Relação entre produtividade de grãos de algumas culturas anuais e saturação por bases em um solo argiloso.

Distrito Federal, sendo obtidos maiores rendimentos de soja (3,2 t/ha) e milho (6,7 t/ha) nesses últimos.

No início da década de 1970, um programa com a parceria FAO/ANDA/ABCAR procurava, por meio de uma rede de ensaios, no Estado de Goiás, demonstrar os benefícios do uso de fertilizantes.

Iniciou-se nova fase na agricultura brasileira, com a inclusão desses insumos que possibilitaram o prolongamento da exploração agrícola numa mesma área, reduzindo a necessidade de desmatamentos e

promovendo estudos que dessem mais segurança aos processos agrícolas.

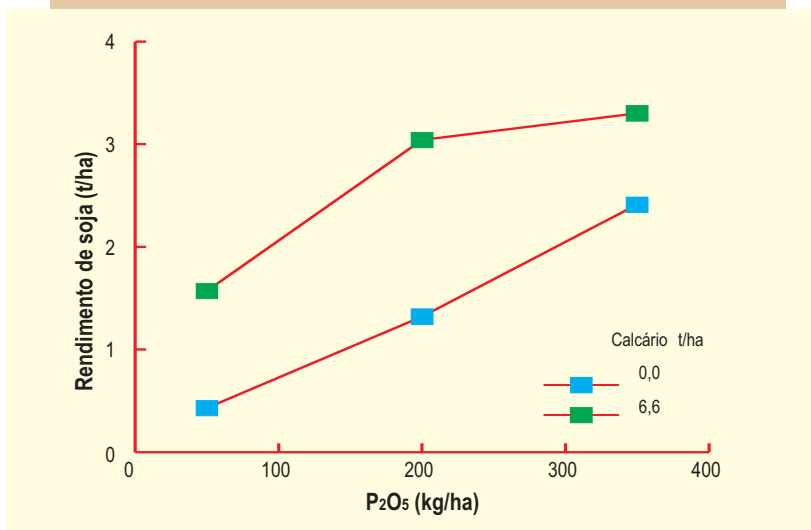
Em meados da década de 1970, houve uma decisão do governo brasileiro de expandir a agricultura na região do Cerrado em razão de problemas estratégicos de ocupação do território nacional de gerar divisas com aumento das exportações, bem como alguns fatores favoráveis dessa região para a agricultura, como: clima, topografia, recursos minerais (calcário e fósforo), preço da terra, mercado e infra-estrutura. Entretanto, o modelo mais utilizado

no País, que era o de derrubar a mata e cultivar o solo, sem a adição de corretivos e fertilizantes, não se aplicava a essa região, com seus solos ácidos e pobres na maioria dos nutrientes essenciais para cultivos exóticos.

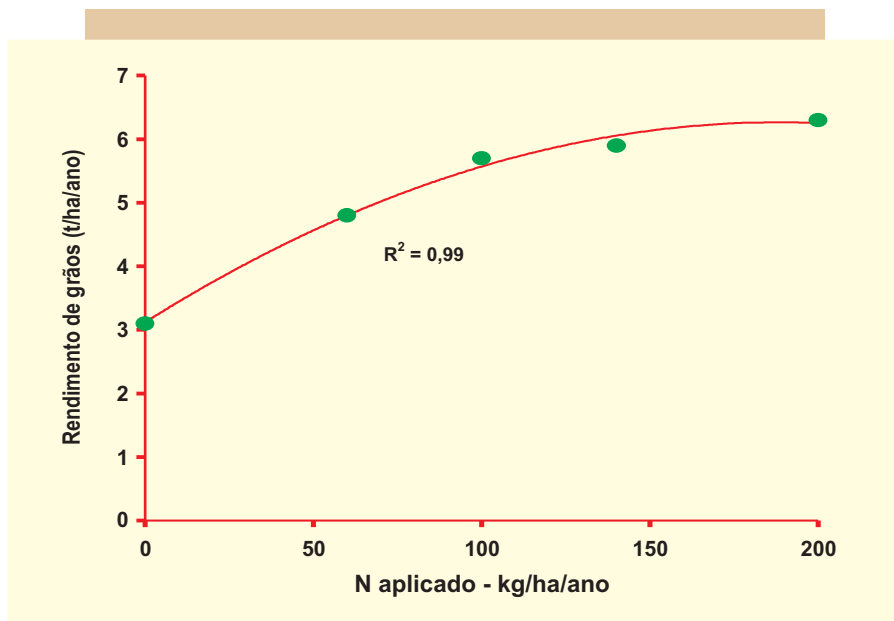
A idéia de incorporar a região do Cerrado no processo produtivo agrícola do País foi criticada, dizendo muitos que não seria possível o cultivo econômico dessa região, por causa da elevada acidez de seus solos e da alta demanda de fertilizantes, sendo os fosfatados, entre esses, os mais onerosos. Os primeiros estudos feitos no campo indicavam alto po-

tencial produtivo para culturas como café, milho, soja, feijão, arroz, olerícolas, além de pastagens. Indicavam também que, se não fosse corrigida a acidez e adicionados fertilizantes, a produtividade da soja seria menor que 0,3 t/ha, enquanto a do milho estaria muito próxima a zero.

A fim de atender às demandas necessárias para tornar realidade a idéia de transformar essa região em produtora de carne e de grãos, o governo brasileiro criou alguns programas de desenvolvimento entre esses o Polocentro, Polobrasília, Padap Prodecer. Foram feitos grandes



Produtividade média de grãos de cinco variedades de soja em área com duas doses de calcário e três doses de fósforo aplicadas a lanço, na forma de superfosfato simples, em um solo argiloso.



Rendimento anual médio de milho com aplicação anual de doses de nitrogênio em um solo argiloso, no período de 1972 a 1980.

investimentos em pesquisa, extensão, florestamento, reflorestamento e infra-estrutura, além de crédito subsidiado para os produtores.

As Universidades, a Embrapa e as Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária que compunham o Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária, com atuação no Cerrado, participaram desse grande esforço de pesquisa para cobrir a extensão e a diversidade regionais, gerando a tecnologia necessária para transformar essa região em importante pólo produtivo do Brasil. Nesse

contexto, a fertilidade do solo passa a ser fundamental.

A fertilidade do solo é parte de um conjunto-solução de um sistema de equações cujo objetivo é a exploração sustentável de uma propriedade agrícola. Equações biológicas, sociais, econômicas, políticas, ambientais energéticas, administrativas, de mercado, entre outras, compõem esse sistema.

Um dos indicadores para aferir a importância da região do Cerrado no contexto da agricultura brasileira é sua participação na produção de

grãos de duas das mais importantes culturas para o Brasil: o milho e a soja. No ano de 2004/2005, o Cerrado foi responsável por 60% e 44% da produção de soja e do milho respectivamente. Tão ou mais relevante que isso é o fato de a produtividade média dessas duas culturas, no Cerrado, ser superior à da média brasileira. Outras culturas como a do café, responsável por 59% da produção brasileira, e a de pastagens, de onde sai 55% da carne bovina produzida no Brasil, são outros bons indicadores. Cabe repetir, aqui, que os solos

do Cerrado, com a desvantagem de sua pobreza generalizada em nutrientes, sem a correção de acidez e a adição de fertilizantes de forma adequada, não teriam proporcionado tal desempenho.

Os estados que têm grande parte de sua área com Cerrado foram responsáveis pelo consumo de 47% do fertilizante do Brasil no ano de 2001. Considerando somente a área cultivada com grãos e culturas perenes e que todo fertilizante foi utilizado nessas culturas, resultaria em uma aplicação média de 180 kg/ha

Respostas de algumas culturas à adubação fosfatada aplicada a lanço em um solo argiloso.



de nutrientes, expressos em N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Essa dosagem é bastante compatível com a média de produtividade de soja e de milho da região, que foi de 2,8 t/ha e 4,0 t/ha, respectivamente. Importante citar que o estado que apresentou maior produtividade de soja no Brasil foi Mato Grosso com 3,0 t/ha, enquanto, com milho de primeira safra, foi o Distrito Federal com 5,7 t/ha. Na região do Cerrado, os produtores que utilizam adequadamente a tecnologia disponível têm colhido até 4,8 t/ha de grãos de soja e 11,0 t/ha de grãos de

milho, o que indica que há uma boa diferença a ser conquistada pela maioria dos produtores.

O crescimento da agropecuária na região do Cerrado possibilitou o desenvolvimento de vários municípios que atingiram padrões de vida similares aos encontrados em regiões mais tradicionais na agricultura do Brasil. Um indicador que pode ser utilizado para comprovar esse desenvolvimento é o Índice de Condição de Vida (ICV) apresentado na Tabela 1 para o período de 1970 a 1991. Os dados médios de

**Tabela 1.** Evolução do Índice de Condição de Vida no período de 1970 a 1991 para alguns municípios brasileiros.

Municípios - Estado	Índice de Condição de Vida <sup>1</sup>	
	1970	1991
<b>Região do Cerrado</b>		
Barreiras – BA	0,390	0,604
Uberaba, Uberlândia - MG	0,618	0,812
Paracatu, Patrocínio, Patos de Minas - MG	0,523	0,744
Rondonópolis - MT	0,442	0,784
Rio Verde - GO	0,508	0,713
<b>Outras Regiões</b>		
Barretos - SP	0,574	0,780
Londrina, Maringá - PR	0,600	0,809
Friburgo, São Joaquim - SC	0,505	0,738
Bento Gonçalves, Caxias, Livramento - RS	0,664	0,815
Passo Fundo - RS	0,636	0,782

<sup>1</sup> 0,5: baixo; 0,5 a 0,8: médio e 0,8: alto desenvolvimento humano/condições de vida.  
Fonte: IBGE.

Respostas de algumas culturas à adubação fosfatada aplicada a lanço em um solo argiloso.

crescimento do ICV dos municípios localizados nessa região foram de 47%, propiciando a seus habitantes um padrão de médio a alto em suas condições de vida. Com o crescimento da agropecuária, foi possível reduzir consistentemente o custo dos alimentos nos últimos 25 anos, possibilitando às pessoas aplicar os recursos que economizaram em outros segmentos importantes para seu desenvolvimento. Não se dispõem dos dados referentes à última década, mas certamente corroboram o que ocorreu nas décadas iniciais da incorporação da região do Cerrado ao processo produtivo.

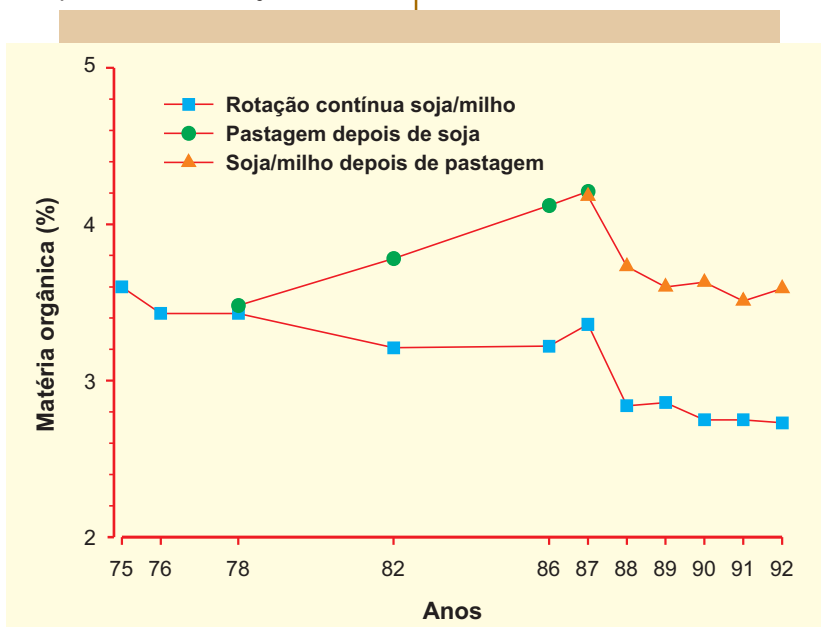
Na primeira fase (anos 1970 e 1980), o crescimento da agropecuária na região do Cerrado foi obtido pela expansão em área, buscando resultados mais rápidos e perceptíveis, não obedecendo a algumas restrições biológicas e ambientais. Na última década, a opção adotada na região do Cerrado foi a verticalização da produção, principalmente, na área destinada à produção de grãos, em que foi mantida a área agregando ganhos de até 70% nas produtividades. Isso justifica, em parte, o aumento de consumo de fertilizante observado nessa região, chegando a

utilizar 48% das formulações e fertilizantes simples comercializados no Brasil no ano de 2001.

A região do Cerrado passa por um período de ajustes finos nos processos agropecuários, com ênfase na produção de grãos. Destaca-se a relevância que vem sendo dada à reciclagem de nutrientes e a um componente fundamental desses solos que é a matéria orgânica.

Para exemplificar, em um experimento envolvendo um sistema de cultivos anuais com soja e milho e outro em que, além da soja e do mi-

lho introduziu-se pastagem na rotação, observou-se, no 13º cultivo das áreas, ambas com soja, que, no sistema anual/pastagem, as produtividades foram superiores às do sistema anual, para um mesmo teor de fósforo no solo. Isso evidencia maior eficiência do uso de P naquele sistema. Verificou-se, igualmente, que, para produzir 3 t/ha de soja no sistema anual, foi necessário ter no solo  $6 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, enquanto, no sistema anual/pastagem, esse valor foi de  $3 \text{ mg dm}^{-3}$ , ou seja, a metade. Esses resultados podem ser explicados, em parte, pela reciclagem de P, pro-



Dinâmica da matéria orgânica na camada de 0 a 20 cm de profundidade em dois sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa.



veniente da mineralização da matéria orgânica acumulada durante o período da pastagem. A maior eficiência do sistema anual/pastagem em utilizar o P pode ser atribuída, também, à maior capacidade de a forrageira, que participou desse sistema por nove anos, absorver esse nutriente e transformá-lo em biomassa (raízes), resultando em aumento significativo no teor de matéria orgânica do solo. Com base nesses dados é possível afirmar ainda que, depois do estabelecimento da pastagem, o teor de matéria orgânica aumentou, passando a decrescer

quando se retornou com as culturas anuais no sistema, mantendo, contudo, até o último ano, uma diferença em torno de 30% a mais em relação ao sistema de rotação de cultivos anuais.

Essas informações ilustram, em parte, os benefícios que podem ser potencializados pela matéria orgânica do solo, além de outros, como o aumento da capacidade de retenção de água, capacidade de troca de cátions, eficiência de uso dos fertilizantes adicionados ao solo, apresentando como consequência o

aumento na produtividade das culturas. Esse aumento no teor de matéria orgânica do solo pode ser obtido com a utilização de várias tecnologias, com destaque para uma que vem crescendo bastante na região do Cerrado: é o sistema de plantio direto, representando hoje cerca de 55% da área cultivada com grãos, melhorando as condições do solo, dando uma função mais nobre ao carbono, pois, caso não ficasse no solo, estaria contribuindo um pouco mais para o problema da poluição ambiental.

Em relação às pastagens, o cenário não é tão favorável quanto ao da produção de grãos, pois em torno de 90% dos 50 milhões de hectares de pastagens cultivadas apresentam certo grau de degradação. Em parte, a não-reposição de nutrientes nas pastagens, com destaque para o nitrogênio, o fósforo e o enxofre, pode responder por boa parte dessa degradação. No momento, já existem tecnologias que possibilitam aumentar em dez vezes a produtividade

dessas pastagens, sendo das mais importantes a recuperação e a manutenção desses pastos pelo uso racional de corretivos e fertilizantes e a integração lavoura-pecuária.

Tão importante quanto a equação econômica é a equação ambiental no sistema de equações da produção agrícola já mencionado. A redução da área, até determinado limite, com melhor fertilidade, poderá resultar em mais cuidados no seu uso e manejo, na sua conservação e na preservação de maior superfície com a cobertura vegetal natural, sem redução de produção e a um custo menor da unidade de produto obtido. A preservação por tempo mais prolongado de parcela considerável do ambiente natural pode proporcionar à pesquisa a oportunidade para se conhecer melhor o patrimônio genético da flora e da fauna regional, tão importante pela sua diversidade e para o estabelecimento do equilíbrio e da sustentabilidade dos sistemas de produção estabelecidos ou a se estabelecer.

# VIABILIDADE DO CULTIVO DO TRIGO NO CERRADO DO BRASIL CENTRAL

WALTER QUADROS RIBEIRO JÚNIOR;  
JULIO CESAR ALBRECHT; MARCIO SÓ E SILVA

## Histórico do trigo

O trigo tem sido cultivado em áreas mais significativas na Região Sul, aproximadamente, 2,5 milhões de hectares. Atualmente, o Brasil é um dos maiores importadores de trigo, mesmo assim, no final da década de 1980, chegou próximo da auto-suficiência para a época, com uma produção em torno de 6 milhões de toneladas, embora o trigo na época fosse subsidiado. No início da década de 1990, houve o final do subsídio que, associado ao fenômeno da globalização, e conseqüente competição com países mais eficientes na produção de trigo, levou à diminuição significativa da área plantada e conseqüente importação de quase todo o trigo consumido. Mais recentemente, com o aumento da qualidade do nosso trigo para panificação, em razão do trabalho de melhoria de plantas e da maior eficiência no cultivo do cereal, temos impor-

tado cerca de 50% dos 10 milhões de toneladas que consumimos, o que ainda é uma grande sangria de divisas para o País.

No Brasil Central, há registros do plantio de trigo desde 1822, documentados pelo naturalista Saint-Hilaire em Minas Gerais e Goiás. Em 1965, o pesquisador Ady Raul da Silva iniciou um programa de pesquisa para a região, sendo que os cultivos irrigados, estabelecidos em áreas de várzea, conduzidos em Sete Lagoas e Patos de Minas, e algumas cultivares introduzidas do México chegaram, na época, a produzir 5 t/ha, o que foi considerado bastante promissor. Os cultivos do trigo de sequeiro estabelecidos naquela época foram conduzidos no Estado de Goiás, cuja produtividade variou de 0,6 a 2,0 t/ha, dependendo da quantidade de chuva durante o ciclo da cultura.

Demonstrada a viabilidade do trigo para a região a partir de 1972, o

programa de pesquisa passou a ser conduzido na Estação Experimental de Brasília, atualmente Embrapa Cerrados, com a colaboração da Embrapa Trigo. Entretanto, somente com a criação Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (Profir) em 1982, é que houve maior expansão da cultura do trigo no Cerrado notadamente pelo uso do pivô central. Na década de 1990, Julio Cesar Albrecht e José Maria Vilela de Andrade, pesquisadores da Embrapa Cerrados, em convênio com pesquisadores da Embrapa Trigo, desenvolveram e lançaram, para o sistema de cultivo irrigado, as cultivares Embrapa 22 e Embrapa 42 de excelente qualidade para panificação e alta produtividade, além da cultivar Trigo BRS 207, que alcançou produtividade de 7,7 t/ha em lavouras no Município de Água Fria, GO; recorde nacional de produtividade de trigo até o momento. Essas cultivares foram importantes para a expansão do trigo no Cerrado, em razão, principalmente, das características de qualidade industrial e do alto potencial de produtividade.

Apesar de demonstrada a viabilidade para essa região, o trigo no

Brasil Central tem contribuído apenas com cerca de 5% da produção total. As razões para essa pequena área variam conforme a época de plantio.

## Cultivo de inverno

O cultivo irrigado, embora bastante viável, com produtividades de 5 a 7 t/ha, tem ocupado, na região, área de apenas 40/50 mil hectares. Além do alto custo, essa pequena área se deve ao fato de o trigo competir com cultivos altamente rentáveis como o feijão e hortaliças. Isso significa que o problema é mais mercadológico, considerando que temos tecnologia de manejo, cultivares produtivas e com alta qualidade para panificação. Deve-se considerar que, nos cultivos de inverno, nessa região, não ocorrem problemas relacionados com chuvas no período da colheita, o que aumenta a qualidade do produto que é colhido na entressafra do trigo produzido no sul e na Argentina, quando os preços de mercado, geralmente, estão com os valores máximos durante o ano. Outra vantagem dessa produção é a estabilidade em termos de quantidade e qualidade industrial, pois, nas condições

irrigadas, as variações de rendimento de grãos são pequenas, a região poderia funcionar como reguladora de estoques e exportadora de trigo para outros estados.

Há tendência de aumento de área de trigo no sistema de cultivo irrigado, uma vez que cultivos sucessivos de feijão e de hortaliças têm aumentado a incidência de patógenos, principalmente, fungos de solo, como fusarium, mofo-branco e rizoctonia, sendo essa gramínea recomendada para quebrar o ciclo dessas doenças.

## Cultivo de sequeiro

Na safrinha, considerada um cultivo de risco, a produtividade é menor que a do cultivo de inverno, razão pela qual há menor investimento do produtor. Apesar dessa baixa produtividade por unidade de área, a área potencial total (entre 2 e 3 milhões de hectares), é muito superior ao cultivo de inverno, uma vez que não depende de irrigação. Se obtivermos uma média de 2 t/ha, o que é exequível, em uma área de 2 milhões de hectares, poderíamos

produzir nessa região, 4 milhões de toneladas, o que reduziria significativamente, a importação que está em torno de 5 milhões de toneladas.

## Sustentabilidade

A introdução do trigo no Cerrado, tanto no cultivo de inverno quanto no de sequeiro, gera sustentabilidade econômica, por ser mais uma opção para o produtor; sustentabilidade social, porque a cadeia produtiva gera postos de trabalho tanto nas propriedades rurais, quanto na indústria moageira e de panificação e, principalmente, sustentabilidade ambiental por ser ótima opção de rotação de culturas, sobretudo, quando alternado com leguminosas, em virtude do controle de doenças e da consequente redução de aplicação de pesticidas.

O trigo, no cultivo de sequeiro, produz excelente cobertura de solo, importante para o sistema de plantio direto no Cerrado brasileiro, melhorando, portanto, a sustentabilidade do sistema agrícola regional, pela melhoria na retenção de água no solo e de sua fertilidade.



## Fatores Limitantes

### *Cultivo de inverno*

Nos cultivos de inverno, período em que se utiliza irrigação, por causa do alto custo dessa técnica, o produtor deve produzir mais e, ao mesmo tempo, diminuir custos, o que é um desafio. Para redução desse custo, tem-se procurado genótipos mais resistentes a doenças, tais como *bruzone* e *manchas-foliares*, para limitar as aplicações preventivas de fungicidas. Outra opção seria atrasar o plantio, diminuindo as condições

propícias a doenças, o que aumenta a possibilidade da ocorrência de chuva no período da colheita. Simulações de chuvas nessa época têm sido realizadas na tentativa de desenvolver genótipos que mantenham a qualidade dos grãos mesmo com a ocorrência de uma ou duas precipitações após a maturação fisiológica (Fig. 1).

Adicionalmente, busca-se precisidade para reduzir o número de irrigações mantendo-se o teto produtivo. Nesse sentido, material de porte baixo tem sido obtido com o objetivo



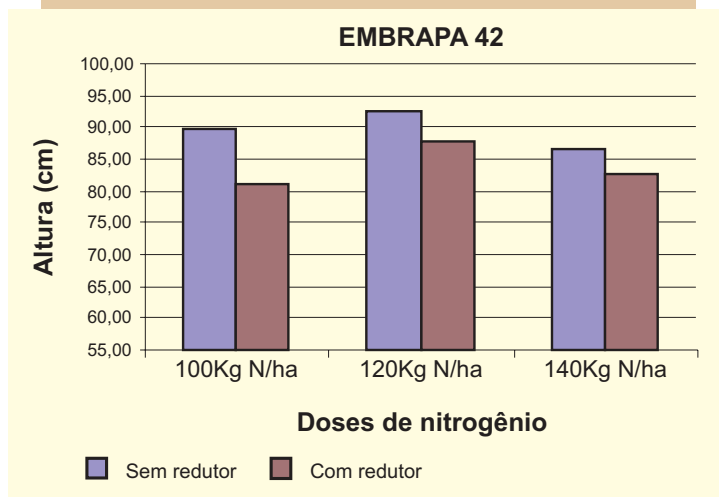
**Fig. 1.** Simulação de chuva na colheita realizada na maturação fisiológica.

de aumentar não somente a população de plantas por unidade de área, mas também a adubação nitrogenada, visando a maior produtividade sem os inconvenientes do acama-

mento. Ainda com o objetivo de diminuir o acamamento, tem-se preconizado o uso de reguladores de crescimento, quando se obtêm genótipos produtivos e de porte alto (Fig. 2 e 3).



**Fig. 2.** Acamamento no trigo irrigado no Brasil Central.



**Fig. 3.** Efeito do regulador de crescimento na altura do trigo irrigado do Brasil Central.

Em cultivares com altas produtividades, isto é, acima de 7 t/ha, tem-se observado menor qualidade para panificação por causa de um efeito de diluição da proteína, além de um ciclo maior, como ocorre com a BRS 207. Essa cultivar tem boa qualidade industrial para produção de biscoitos e macarrão.

### *Cultivo de sequeiro*

O cultivo de safrinha tem diversos fatores limitantes, porque é cultivado em um período mais propício a doenças, como as manchas-foliares e brusone, além de ocorrer deficiências de umidade durante o ciclo do trigo e temperatura mais alta. Têm-se pesquisado genótipos tolerantes ao calor e ao estresse hídrico.

## Perspectivas

### *Trigo irrigado*

A Embrapa Cerrados, em parceria com a Embrapa Trigo, tem lan-

çado recentemente materiais altamente produtivos para o cultivo de inverno, como a BRS 207, que ultrapassou 7 t; material de alta qualidade para panificação, como a BRS 254; e material mais precoce, como BRS 264, com a perspectiva de combinar essas qualidades.

O desenvolvimento de cultivares de porte anão poderá diminuir o acamamento mesmo com maior população, doses de nitrogênio e níveis de irrigação, o que deve aumentar ainda mais a produtividade.

### *Trigo sequeiro*

O desenvolvimento de cultivares tolerantes a doenças que ocorrem no período de safrinha, aliado à tolerância à seca e ao calor, pode, além de aumentar a produtividade, diminuir o risco de perdas em razão dos fatores citados.

# CULTIVARES DE TRIGO PARA O CERRADO

JULIO CESAR ALBRECHT; WALTER QUADROS RIBEIRO JÚNIOR  
MÁRCIO SÓ E SILVA

O Brasil é hoje o maior importador de trigo do mundo, depois do Egito, comprando, anualmente, em torno de 6 milhões de toneladas para suprir as suas necessidades de consumir cerca de 10 milhões de toneladas. No entanto, apresenta condições de modificar essa situação expandindo a produção desse cereal para a região do Cerrado do Brasil Central. Essa região, pelas suas

características de localização geográfica, clima, topografia e extensão de área, é uma das alternativas com grande potencial para a expansão do cultivo de trigo no Brasil.

Na região do Cerrado do Brasil Central, a área potencial para trigo está em torno 1,5 milhão de hectares disponíveis para o cultivo irrigado e 2,5 milhões de hectares para o de sequeiro. Essa área abrange, para o



trigo irrigado, os terrenos altos de Minas Gerais e da Bahia (acima de 400 m), de Goiás e Distrito Federal (acima de 500 m) e de Mato Grosso (acima de 600 m) e, para o trigo de sequeiro, as áreas altas (acima de 800 m) dos estados citados e do Distrito Federal.

O desenvolvimento de novas cultivares vem permitindo que essa cultura estenda-se gradativamente a regiões menos temperadas e menos secas, embora o trigo seja primordialmente um cereal de climas moderadamente temperados e moderadamente secos (MOTA, 1969).

A Embrapa Cerrados e a Embrapa Trigo conduzem um programa de melhoramento genético de trigo para a região do Cerrado no qual desenvolve grande número de linhagens e cultivares com o uso de marcadores moleculares, mapeamento molecular de genes, aumento da diversidade genética e aprimoramento na técnica de obtenção de genótipos duplo-haplóides. A produção de linhagens “duplo-haplóides” reduziu o tempo de desenvolvimento de novas linhagens de trigo para apenas dois anos, o que constituiu aumento na produção de linhagens





para testes visando à indicação de novas cultivares e também representou maior rapidez na incorporação de novos genes de resistência ou qualidade em cultivares adaptadas.

Nesse programa, tem-se mantido estreita colaboração com o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), com sede no México, no qual se faz intercâmbio contínuo de germoplasma por meio de coleções, ensaios de rendimento de cultivares e coleções de populações híbridas segregantes.

Os experimentos de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de trigo no Cerrado são conduzidos em trabalho conjunto com a Embrapa Arroz e Feijão, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP), Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal Ltda (COOPADF), Empresa de Pesquisa e Extensão Rural – EMPAER-MT e Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde – ESUCARV.

Para o sistema irrigado, novas variedades estão sendo desenvolvidas, anualmente. A melhoria da resistência à enfermidades, do potencial de rendimento de grãos e da qualidade industrial, e de novos “ideótipos” dessa planta, adaptados às condições do Cerrado, é buscada pela pesquisa. Estão sendo desenvolvidas novas linhagens contendo o gene de nanismo (Rht). Esse gene diminuiu a altura das plantas, tornando os genótipos mais resistentes ao acamamento, mesmo quando se aplicam doses maiores de nitrogênio

e utilizam-se maiores populações de plantas por unidade de área. Essas novas linhagens têm potencial para produzir até oito toneladas de grãos por hectare em lavouras comuns.

O trigo de sequeiro, como é um cultivo de risco, não permite altos investimentos. Com um rendimento de grãos bem abaixo do observado no trigo irrigado, a pesquisa desenvolve um pacote tecnológico com cultivares rústicas e tolerantes às condições do cultivo de safrinha, como a seca, o calor, e eficientes em retirar nutrientes do solo e mais resis-





tentes às doenças fúngicas, principalmente, a brusone. Essas cultivares, se conduzidas com manejo menos oneroso, diminuem os custos de produção, garantindo rendimento que, embora menor que o irrigado, assegura rentabilidade ao tricultor.

O lançamento e a recomendação das cultivares BR 10 - Formosa, BR 26 - São Gotardo e BR 33 - Guará (ALBRECHT et al.,1995), genótipos de bom tipo agrônomico com porte mais baixo e maior potencial de rendimento de grãos, contribuíram para

a expansão da cultura do trigo na década de 1980. A BR 33-Guará, por diversos anos, foi a cultivar mais semeada em Goiás e Distrito Federal, destacando-se pela resistência ao acamamento em condições de cultivo irrigado. Por sua vez, todas as cultivares revelam alguma deficiência que necessita ser corrigida por meio de um programa de melhoramento genético. No caso deste material, o principal problema é a qualidade industrial que não atende a demanda da indústria.



As cultivares BR 18 – Terena, para cultivo de sequeiro, e Embrapa 22 (ALBRECHT et al., 2007) e Embrapa 42 (ALBRECHT et al., 2004), para cultivo irrigado, lançadas na década de 1990, permitiram oferecer ao mercado produtos de qualidade industrial excelente para a panificação nos mesmos padrões de qualidade do trigo importado. No cultivo irrigado, destacam-se não só pelo tamanho do grão, bem maior que a de outras cultivares, como também pelo glúten muito forte e um potencial de produtividade de 6,0 t/ha.

Essas variedades estão sendo cultivadas há mais de 10 anos e são as mais semeadas em todas as regiões tritícolas do Cerrado do Brasil Central. Entretanto, elas ainda têm problemas agrônômicos, como palha mais fraca que propicia o acamamento, e fitossanitários, que estão sendo sanados por meio da hibridação.

Mais recentemente, foram lançadas as cultivares BRS 207 (ALBRECHT et al., 2005), BRS 254 (ALBRECHT et al., 2007) e BRS 264 (ALBRECHT et al., 2006) para aten-





der as demandas da indústria, que exige qualidade de grãos, e dos produtores, que buscam genótipos com alto potencial de rendimento de grãos. A cultivar BRS 207, mais tardia e com boa qualidade industrial para produção de macarrão, já atingiu aproximadamente 7,5 t/ha de grãos na lavoura comum. Em experimentos conduzidos na Embrapa Cerrados, a BRS 264, cultivar mais precoce e com qualidade para panificação, chegou a produzir em torno de 8,5 t/ha de grãos. A cultivar BRS 254 com potencial de produtividade de 6 t/ha, no entanto, apresenta ex-

celente qualidade industrial para panificação, com uma força de glúten que pode ser superior a 500 joules.

As cultivares de trigo recomendadas para os sistemas de cultivo irrigado e de sequeiro ainda apresentam problemas como suscetibilidades a, pelo menos, uma das ferrugens, ao oídio, à helmintosporiose e à brusone e são, em geral, de média qualidade para panificação; outras de boa qualidade são apenas medianamente resistentes ao acamamento e com produtividade inferior às cultivares de média qualidade. Por

sua vez, é importante salientar que uma cultivar resistente a uma doença pode, momentaneamente, tornar-se suscetível ao aparecimento de nova raça de patógeno ou biótico, sendo essa uma das principais causas da decadência de uma cultivar. Em vista disso, a Embrapa continuará promovendo estudos relativos a projetos de melhoramento genético para o desenvolvimento de novas cultivares de trigo para o Brasil central.

## Referências

- ALBRECHT, J. C.; ANDRADE, J. M. V. de; SOUSA, C. N. A. de. Trigo BR 33- Guará e BR 39- Paraúna, novas cultivares para a região do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 135-142, jan. 1995.
- ALBRECHT, J. C.; ANDRADE, J. M. V. de; SOUSA, C. N. A. de; BRAZ, A. J. B. P.; VANDERLEI, J. C. **Trigo Embrapa 42**: cultivar aos tricultores de Goiás e Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 17 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 110).
- ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S. E.; ANDRADE, J. M. V. de; SCHEEREN, P. L.; SOBRINHO, J. S.; CANOVAS, A.; SOUSA, C. N. de; BRAZ, A. J. B. P.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; TRINDADE, M. da G.; SOUSA, M. A. de; FRONZA, V.; YAMANAKA, C. H. **Trigo BRS 207**: cultivar com alto potencial de produtividade indicada para os estados de Minas Gerais, Goiás e o Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 22 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 137).
- ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S. e; ANDRADE, J. M. V. de; SCHEEREN, P. L.; SOBRINHO, J. S.; CANOVAS, A.; SOUSA, C. N. de; BRAZ, A. J. B. P.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; TRINDADE, M. da G.; SOUSA, M. A. de; FRONZA, V.; YAMANAKA, C. H. **Embrapa 22**: cultivar de trigo irrigado para Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia e Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. (Embrapa Cerrados. Documentos, 188).
- ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S. e; ANDRADE, J. M. V. de; SCHEEREN, P. L.; SOBRINHO, J. S.; CANOVAS, A.; SOUSA, C. N. de; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; TRINDADE, M. da G.; SOUSA, M. A. de; FRONZA, V.; BRAZ, A. J. B. P.; YAMANAKA, C. H. **Trigo BRS 264**: Cultivar precoce com alto rendimento de grãos indicada para o cerrado do Brasil central. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. (Embrapa Cerrados. Documentos, 174).
- ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S. e; ANDRADE, J. M. V. de; SCHEEREN, P. L.; SOBRINHO, J. S.; CANOVAS, A.; SOUSA, C. N. de; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; TRINDADE, M. da G.; SOUSA, M. A. de; FRONZA, V.; BRAZ, A. J. B. P.; YAMANAKA, C. H. **BRS 254**: cultivar de trigo melhorador indicada para o Cerrado do Brasil central. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2007. (Embrapa Cerrados. Documentos).

# CEVADA:

## UM EXEMPLO DE CULTURA ALTERNATIVA PARA O SISTEMA IRRIGADO DO CERRADO

Renato Amabile

O dinamismo da agricultura tem levado diversos agricultores a fazer uso de técnicas que proporcionam a manutenção ou a melhoria do potencial produtivo dos sistemas agrícolas. Essas tecnologias, consideradas estratégicas, têm sido incorporadas ao processo produtivo, destacando-se, entre elas, o uso de culturas alternativas nesse sistema de produção.

Um dos maiores desafios ao manejo racional do Cerrado é encontrar espécies alternativas que coadunem a necessidade da melhoria e, de certa forma, da preservação do sistema agrícola, com o objetivo básico da agricultura que é a produção de alimentos, fibras e energia. Nesse sentido, diversas espécies consideradas estratégicas têm sido incorporadas ao processo produtivo, principalmente, aquelas que proporcionam melhoria ou manutenção das condições do sistema agrícola da

região. Entre elas, destaca-se a cevada (*Hordeum vulgare* L.).

Gramínea típica de sequeiro, muito produzida na Região Sul do Brasil e que há uma década vem sendo cultivada na região central do País, é tida como uma espécie importante, não só por atender parte da demanda interna de malte, como também por diversificar e integrar o sistema de produção irrigado, assegurando, assim, uma produção total mais estável e um sistema mais equilibrado.

A região do Cerrado vem se constituindo em nova fronteira agrícola para a cultura, uma vez que a Região Sul, em decorrência de condições climáticas desfavoráveis, dispõe de área potencial limitada, suprimindo apenas 40% da demanda nacional, o que resulta na importação de malte. Para sua independência, seriam necessários 500 mil hectares irrigados.

Como cultura alternativa, a cevada vem se destacando por sua adaptação às condições edafoclimáticas dessa região, pela baixa incidência de doenças e pelo elevado potencial produtivo. Apresenta rendimento melhor em relação a outras regiões, além de produzir quantidade considerável de matéria seca (útil para o sistema de plantio direto) e também por gerar um ciclo de nutrientes, bem como uma quebra na incidência de patógenos, principalmente, os da cultura do feijão.

Do ponto de vista industrial, a cevada produzida no Brasil Central apresenta sementes limpas, sem a presença de fungos ou resíduos de pesticidas e sem período de dormência, podendo ser malteada logo depois da colheita, dispensando longos períodos de armazenagem para completar a maturação dos grãos.

A indústria doméstica, hoje, tem capacidade de suprir apenas um terço do consumo atual, de cerca de 1 milhão de toneladas/ano de malte, colocando o Brasil entre os



Colheita da cevada irrigada.

maiores importadores de malte do mundo, o que é uma sangria de divisas para o País.

Com o lançamento, em 1999, da BRS 180 – material de seis fileiras de grãos (hexástica) e primeira cultivar de cevada cervejeira desenvolvida para o sistema de produção irrigado do Cerrado, cultivou-se cerca de 230 ha. Atualmente, com uma área plantada atingindo 1200 ha, o Estado de Goiás é o único produtor de cevada da Região Centro-Oeste, localizando-se os campos de produção nos municípios de Cristalina, Luziânia, Cabeceiras, Vianópolis, Sil-

vânia e São Miguel do Passa Quatro. No momento, estão sendo semeadas duas cultivares de cevada: a BRS 180 e a BRS 195, variedade de duas fileiras de grãos (dística) e a principal cultivar da Embrapa plantada no Sul do País.

O custo unitário por hectare de produção total, relativo a serviços e insumos, é de R\$ 1.190,00, divergindo de acordo com as condições de cada produtor agrícola, uma vez que os custos de operações com máquinas e a presença ou não de pragas e doenças variam em cada propriedade.



Diferença entre cevada dística (BRS 195) e hexástica (BRS 180).

Para se avaliar o potencial da cevada, plantios experimentais, conduzidos na Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, renderam até 8920 kg/ha e com a classificação comercial chegando a 95% de grãos considerados de primeira. O teor de proteína de diversos materiais selecionados atendeu plenamente ao critério de 12% estabelecido para a indústria. Já em lavouras com a cultivar BRS 180, o rendimento alcançado proporcionou rendimentos de 7200 kg/ha.

A cevada é utilizada, também, para a alimentação humana e para a elaboração de ração animal. Entre-

tanto, no Brasil, 85% da produção é destinada à elaboração de malte; os outros 15% estão divididos da seguinte forma: 7% são empregados na produção de sementes e 8%, na alimentação animal (suínos, aves e bovinos), sendo este último material descartado pela indústria, o que caracteriza, ainda, baixo índice de utilização para outros usos. A Embrapa Cerrados está avaliando uma cultivar de cevada específica para a alimentação humana, com a finalidade de atenuar essa diferença existente entre os tipos de uso de cevada e contribuir, dessa forma, para um novo alimento a ser inserido na dieta brasileira.



Rolões de palhada de cevada para uso animal (feno – confinamento).

# MANEJO ESTRATÉGICO DA IRRIGAÇÃO E ASPECTOS FITOTÉCNICOS DO CAFEIEIRO NO CERRADO

ANTONIO FERNANDO GUERRA; OMAR CRUZ ROCHA;  
GUSTAVO COSTA RODRIGUES; CLÁUDIO SANZONOWICZ;  
JOÃO BATISTA RAMOS SAMPAIO

## Introdução

O Bioma Cerrado apresenta condições propícias ao desenvolvimento da cafeicultura nacional. O Cerrado do Brasil Central e o oeste baiano tornaram-se, em razão das condições edafoclimáticas existentes, regiões de destaque na produção de cafés especiais (*coffea arabica*).

A tecnologia descrita neste trabalho, que possibilita a maximização e a otimização da qualidade final do produto, já se encontra estabelecida no Cerrado do Brasil Central e no oeste baiano. A expansão da área irrigada de café no Cerrado brasileiro, nos últimos 20 anos, reflete a necessidade inquestionável da irrigação para viabilizar a atividade na região. Atualmente, o Cerrado já responde por cerca de 40% da produção nacional de café; no entanto, a necessidade de aumentar a produtividade e a qualidade do produto é indispensável para dar sustentabilidade a essa atividade, particularmen-

te, em épocas de baixos preços no mercado internacional. Oscilações no preço do produto fazem com que novos produtores ingressem na cafeicultura quando os preços estão altos e desistam da atividade ou deixam de cuidar das lavouras quando os preços caem.

Entre os fatores de campo que afetam negativamente a qualidade do café, destaca-se a desuniformidade de floração. Normalmente, o cafeeiro apresenta frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, desde verdes, passando por cerejas, até passas e secos. Característica resultante do fato de, em condições normais, o cafeeiro produzir várias florações durante o ano. Com a tecnologia usada até então, a porcentagem de frutos verdes no momento da colheita gira em torno de 50%. Esse resultado tem preocupado o setor produtivo, pois compromete a rentabilidade das lavouras, por causa da obtenção de grande porcenta-



gem de café de baixa qualidade com baixo preço de mercado.

A possibilidade de utilizar as características do Cerrado, consideradas até então negativas, para otimizar a produtividade e a qualidade do café tornou-se um desafio para o Consórcio Brasileiro de Pesquisa do Café que, em 1999, sob coordenação da Embrapa Café, aprovou e apoiou o projeto desenvolvido na Embrapa Cerrados. Diante

do padrão climático bem definido da região, da baixa retenção hídrica e da fertilidade natural dos solos, o projeto desenvolveu tecnologias que resultaram em um sistema de produção que possibilita aumento de produtividade com obtenção de mais de 80% de grãos cereja no momento da colheita e com reflexos diretos na redução do custo de produção das lavouras, economizando água, energia elétrica e insumos.



Uniformidade de maturação na colheita: café com maior qualidade e valor comercial .

## Manejo de Irrigação

Para o manejo adequado da irrigação, é necessário suprir de forma integral as necessidades de água nos diferentes estágios de desenvolvimento do cafeeiro. Para isso, a adoção de um ou mais métodos de manejo de irrigação torna-se indispensável. Os principais métodos de manejo de irrigação fundamentam-se no solo ou na atmosfera como suporte de referência. Para os métodos de manejo de irrigação baseados em medidas da tensão de água no

solo, o intervalo de tensão de 40 a 60 kPa, medida a 10 cm de profundidade, pode ser usado como critério de decisão quanto ao momento de aplicação de água para a cultura. Para os métodos baseados em medidas na atmosfera, os estudos indicam turnos de rega de 3 e 5 dias, para solos com até 30% e mais de 30% de argila respectivamente. Quanto à definição da quantidade de água a ser aplicada, recomenda-se usar, para cafeeiros com até dois anos de idade, coeficientes de cultura de 0,5 e 0,8 para os períodos de junho a



Programa de monitoramento de irrigação no Cerrado: acesso livre.

agosto e setembro a maio respectivamente. Para cafeeiros com mais de dois anos, recomenda-se o uso de coeficientes de cultura de 1,0 e 1,25 para os mesmos períodos. Com base nos trabalhos de pesquisa que geraram essas recomendações e no histórico de pesquisa sobre o Cerrado, a Embrapa desenvolveu uma alternativa mais simples e eficiente para auxiliar os produtores no manejo de irrigação. Trata-se do Programa de Monitoramento de Irrigação, específico para Cerrado, e disponível na Internet no endereço [www.cpac.embrapa.br](http://www.cpac.embrapa.br). Nesse sistema, as informações necessárias para obter a lâmina líquida a ser aplicada por irrigação e o turno de rega a ser adotado são a idade da lavoura e o tipo de solo. Caso o produtor não disponha de acesso a Internet, deverá ligar para o SAC da Unidade (61) 3388-9831, fornecer os dados necessários e solicitar ao funcionário que entre no sistema para o cálculo da lâmina e do turno de rega a ser seguido.

## Uso de Estresse Hídrico para Uniformização de Florada

O estresse hídrico controlado consiste na suspensão das irriga-

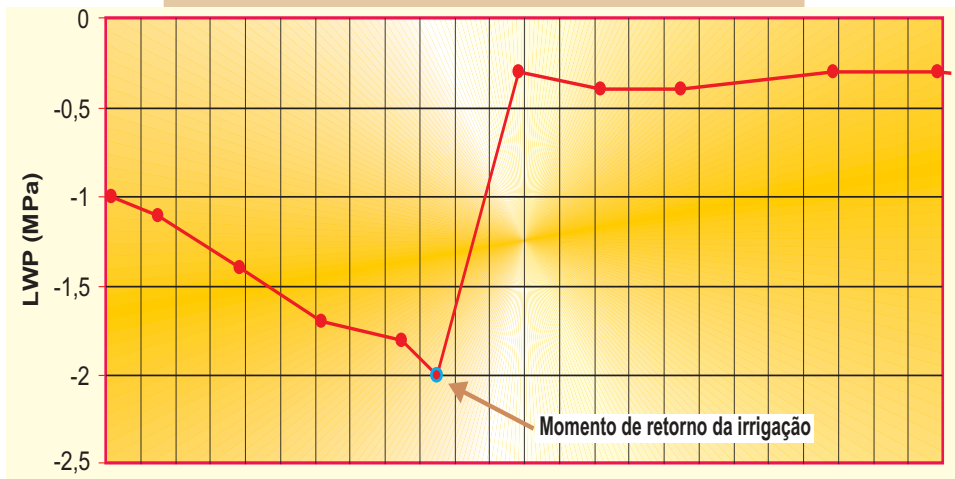
ções até o momento em que o potencial de água na folha atinja valores em torno de  $-2,0$  MPa, medido na antemã com auxílio de uma bomba de pressão (Bomba de Scholander). O período de suspensão das irrigações deve ocorrer de 24 de junho a 4 de setembro. O estresse hídrico impede que outros fatores climáticos provoquem a abertura dos botões florais já desenvolvidos, permitindo a continuidade do desenvolvimento das gemas reprodutivas menos desenvolvidas, causando a sincronização deles e, conseqüentemente, a uniformização de florada com o retorno das aplicações de água. O número de dias sem irrigação dependerá do clima e das características do solo. Desse modo, para potencializar a abertura de flores em florada única, esse período deverá ser ajustado de forma a ser encerrado no final do mês de agosto ou no máximo até 5 de setembro, uma vez que, normalmente, é o período no qual ocorre a primeira florada no Cerrado. A continuidade da suspensão das irrigações além desse período deve ser evitada, pois as altas temperaturas e as baixas umidades relativas do ar podem causar abortamento das flores com conseqüências diretas na produtividade do cafeeiro. A unifor-

midade de maturação obtida com essa tecnologia superior a 80% garante a maximização do preço do

produto uma vez que possibilita maior porcentagem de grãos com potencial para cafés especiais.



Bomba de Scholander: instrumento indispensável nas avaliações do potencial de água na folha do cafeeiro .



Evolução do potencial de água na folha e momento para retornar a irrigação (-2 MPa).

## Desenvolvimento do Cafeeiro Estressado no Cerrado

Em virtude da sua característica peculiar, o cafeeiro apresenta simultaneamente as fases de crescimento vegetativo e reprodutivo. No Cerrado, quando irrigado adequadamente durante todo o ano, o cafeeiro apresenta baixa taxa de crescimento, porém contínua. Nessa situação, ocorre de três a quatro florações dependentes das variações climáticas. Quando submetido a estresse hídrico controlado, a taxa de crescimento vegetativo tende a zero durante o período de estresse, porém ocorre crescimento compen-

satório após o retorno das irrigações, resultando em crescimento vegetativo superior ao cafeeiro irrigado durante todo o ano, fator esse que justifica o aumento e a regularidade na produtividade. Sob condição de estresse hídrico, há continuidade do desenvolvimento das gemas reprodutivas até sua completa formação. Todavia, mudanças em outros fatores climáticos não promovem a abertura das flores até o momento em que as plantas restabelecem sua condição hídrica. Essa tecnologia favorece o sincronismo no desenvolvimento das gemas reprodutivas e justifica a uniformidade de floração que normalmente ocorre depois do retorno das irrigações.



Resultado do estresse hídrico controlado na sincronização do desenvolvimento das gemas reprodutivas do cafeeiro depois do retorno das irrigações .

## Adubação do cafeeiro

Considerando que o cafeeiro é uma cultura perene, e as deficiências nutricionais dos Latossolos naturais do Cerrado, a correção com calcário dolomítico, fósforo e gesso agrícola, com base na análise química e física do solo, deve ser feita de forma criteriosa antes do estabelecimento do cafeeiro para garantir um adequado desenvolvimento inicial das plantas. Ademais, recomenda-se aplicar doses de 100 kg/ha de  $P_2O_5$ , 7,0 kg/ha de boro e de cobre, 15 kg/ha de zinco e de manganês no sulco de plantio. Adubações de cobertura com 50 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  e quatro doses

de 50 kg/ha/ano de nitrogênio e de  $K_2O$  mostraram-se adequadas para o cafeeiro no dois primeiros anos de cultivo. Do terceiro ano em diante, o cafeeiro, já em fase reprodutiva, responde consideravelmente à adubação tanto no crescimento vegetativo quanto na produtividade. As mais expressivas produtividades resultaram na aplicação em cobertura com nitrogênio, potássio e fósforo. Portanto, para produtividade superior a 70 sc/ha de café beneficiado, com redução no efeito bianual e conseqüente regularização da produtividade, é necessária a aplicação de 500 kg/ha/ano de N e de  $K_2O$  e de no mínimo 200 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  em cobertura.



Floração uniforme após retorno das irrigações.

Desuniformidade na maturação dos grãos resultantes de várias floradas.



# DIVERSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO CERRADO

CARLOS ROBERTO SPEHAR

Nos sistemas naturais, como o do Bioma Cerrado, predomina a dinâmica do equilíbrio. Ele existe, fruto de longo período de interação entre os seres vivos e o ambiente onde habitam. Essa ordem é quebrada por grandes eventos naturais ou pela interferência humana.

A agricultura, como uma forma de biologia aplicada, somente é vantajosa quando realizada de forma integrada, originando o agroecossistema, baseado nos ensinamentos da natureza (SPEHAR, 2004). No Cerrado natural, sem ação antrópica, não se percebe a ocorrência de pragas ou epidemias. Grande número de espécies ocupa nichos em um território pequeno. A diversidade é o grande fator de equilíbrio.

A interferência nos biomas vem ocorrendo há milhares de anos, com a domesticação das plantas e dos animais. Fruto da convivência com as populações pré-históricas, surgi-

ram espécies e variedades, o grande acervo da diversidade, fonte de alimento e abrigo (SPEHAR, 2004). Entretanto, essa associação tende a mudar rapidamente na agricultura moderna. Com modernas tecnologias e mecanização, uma pessoa multiplica a eficiência relativa à praticada pelos ancestrais em até mil vezes. O paradoxal é que, no aumento da escala, diminui o contato direto, principal fator de sucesso na domesticação de plantas. Grandes áreas são povoadas por poucas espécies, como arroz, feijão, milho híbrido e soja, de estreita base genética (SPEHAR, 1998). Crescem os problemas fitossanitários e de manejo do solo.

Cultivos em rotação, sucessivos e associados, com espécies de diferentes gêneros e famílias, possibilitam atenuar impactos negativos e conservar o ambiente físico e biológico. O plantio direto (PD), com grande expressão no Cerrado, permite apro-

veitar melhor a umidade e o rápido estabelecimento de lavouras. Com ele, cumpre-se o calendário agrícola, explora-se o potencial de rendimento do cultivo principal e torna-se viável uma segunda safra para proteger o solo e oferecer perspectiva de renda (SPEHAR, 2002; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2001).

O desafio consiste no aprimoramento do PD para contornar os reveses decorrentes da estreita diversidade dos cultivos. O não-revolvimento do solo pode ocasionar o aumento de pragas de solo e doenças. O inó-

culo permanece nos restos de culturas e nas plantas espontâneas que resultam das sementes perdidas na colheita. O exemplo mais recente e que tem causado imensos impactos negativos é o da ferrugem-da-soja.

Aumentar a diversidade via rotação, sucessão e cultivos associados não só contribui para diminuir a pressão biótica como abre novas perspectivas econômicas. As atividades agrícolas, naturalmente conservadoras em virtude dos riscos inerentes, absorvem lentamente a introdução de espécies menos conheci-

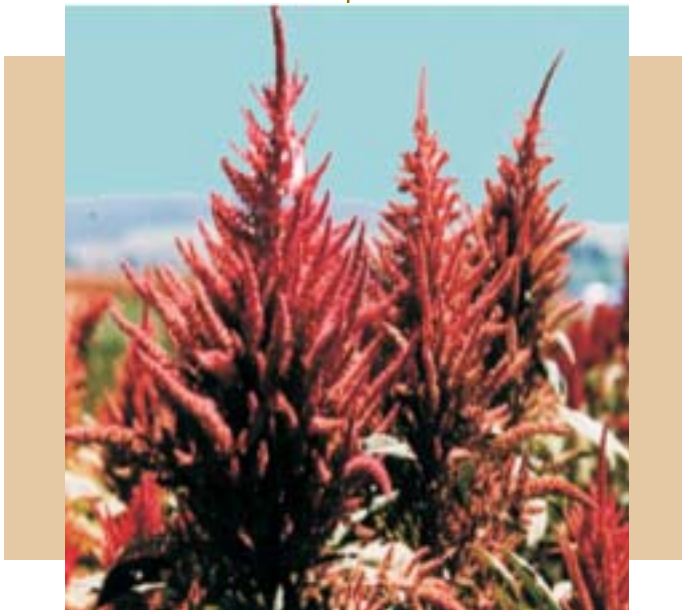




das na agricultura brasileira, como a quinoa (SPEHAR; SANTOS, 2005). Entretanto, graças à divulgação dos benefícios de seu emprego, cresce o interesse dos agricultores e de outros segmentos da sociedade. Na atualidade, falta o elo entre quem está apto a produzir e a demanda. Aí se encontra um amplo campo para os interessados em trabalho pioneiro (SPEHAR, 2004).

Entre as espécies estudadas no Cerrado, destacam-se: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus* spp.), kenaf (*Hibiscus cannabinus*), guandu (*Cajanus cajan*), gergelim (*Sesamum*

*indicum*), eleusine (*Eleusine coracana*), tef (*Eragrostis tef*), níger (*Guizotia abyssinica*), aveia-preta (*Avena strigosa*), crotalárias (*Crotalaria* spp.), nabo-forrageiro (*Brassica rapa* L.), painço (*Panicum milliaceum* L.), setaria (*Setaria italica* L.), girassol-selvagem (*Thitonia diversifolia*) e cártamo (*Carthamus tictorius*). Apresentam desempenho agrônômico comparável ou superior aos cultivos tradicionais de sucessão (safrinha), como milho, sorgo e milho. Podem ser utilizados de forma estratégica pelo baixo custo de implantação e a possibilidade de se estabelecerem em sobreseadura.



Os ensaios com essas espécies têm sido conduzidos em pontos representativos do Cerrado, em três épocas de semeadura, a partir de 15 de fevereiro, espaçadas por 15 dias. Com a cooperação da Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC), os experimentos foram repetidos em 16 locais, nos quais se avaliou a produção de biomassa e de grãos, além de outras características, como reação a pragas e doenças, vigor, supressão de plantas daninhas e efeito sobre o cultivo principal.

Como fruto do trabalho pioneiro de seleção, lançaram-se (1) a quinoa,

cultivar BRS Piabiru, (2) o amaranto, cultivar BRS Alegria, recomendados para o cultivo no Brasil (SPEHAR; SANTOS, 2002; SPEHAR et al., 2003). Para se atingir essa meta, foi necessário realizar um conjunto de ações: introdução de germoplasma (linhagens e populações); seleção de progênies; experimentos locais e regionais, para seleção por rendimento e estabilidade; validação de tecnologia e fomento ao cultivo; interação com pesquisadores na área de alimentos, para encontrar formas de utilização e mercado (SPEHAR, 2004; ASCHERI et al., 2002; ASCHERI et al., 2004).



O grande número de linhagens geradas pela seleção, a informação acumulada e a continuação da pesquisa possibilitaram novos avanços, resultando na obtenção de cultivares de guandu, tef e kenaf. Essas são opções para cultivo em sucessão cuja demanda, no Brasil e no exterior, deverá surgir por causa da multiplicidade de usos e efeitos positivos sobre o sistema produtivo.

As recomendações de adubação são aproximadas, com base na exigência nutricional das espécies. De modo geral, podem ser resumidas a seguir: 40-60, 60-80 e 60-80 m kg/ha

de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, no cultivo comercial, em safrinha ou rotação (SPEHAR, 2004). Alternativamente, ou em áreas de risco, aumenta-se a adubação do cultivo principal e semeia-se em sucessão sobre a soja ou o milho, na fase de grãos cheios, ou após a sua colheita. O manejo das espécies depende da época e da forma de semeadura e do hábito de crescimento das plantas (Tabela 1). O consumo de sementes dessas espécies tem sido, em geral, pequeno (Tabela 2). Isso quer dizer que em pouco tempo são multiplicadas para atender a demanda. Por sua vez, o rendimento

Tabela 1. Manejo das espécies para proteção do solo e obtenção de rendimento.

Espécie	Espaçamento (cm)	Densidade <sup>1</sup>	Sulco (cm)	Lanço
Amaranto	40-50	35-45	2	*
Quinoa	20-50	35-45	2	*
Guandu	40-50	15-25	5	
Girassol	40-80	3-12	3	*
Milheto	40-50	20-30	3	*
Sorgo	40-50	15-25	3	*
Nabo	40-50	20-25	3	*
Tef	20-40	30-50	2	*
Kenaf	40-80	8-15	3	*
Gergelim	40-80	5-15	3	*
Eleusine	20-40	35-45	3	*

<sup>1</sup> Número de sementes/m; alta densidade - produção de forragem.

\* Avaliada em sobressemeadura.

Tabela 2. Quantidade de sementes das espécies para o cultivo de um hectare.

Espécie	Quantidade (kg)
Amaranto, Kenaf, Gergelim	5 – 15
Quinoa, Sorgo, Eleusine	10 – 25
Guandu	20 – 60
Girassol, Tef	3 – 6
Girassol Selvagem	2 – 6
Milheto	15 – 30

em biomassa e grãos pode resultar em altas taxas de retorno financeiro e ambiental. Os valores médios variam entre 1,5 e 4,0 t/ha de grãos, enquanto a de biomassa está entre 4 e 15 t/ha. Com os preços praticados para amaranto e quinoa, é possível obter renda mais elevada do que nos cultivos tradicionais (SPEHAR, 2004).

Estudos devem ser conduzidos com o agricultor ou com sua participação para se definir um pacote mínimo de tecnologia que possibilite o cultivo comercial dessas espécies potenciais. Assim, com o aumento da demanda, nosso país estará pronto a produzir, tanto para o suprimento interno quanto para o do exterior. A diversificação será consolidada,

contribuindo para a redução de custos e trazendo qualidade aos nossos produtos, mantendo-os competitivos. A natureza estará sendo beneficiada e aumentar-se-á a esperança das gerações futuras.

## Referências

- ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), maíz y arroz. **Alimentaria**, v. 39, n. 331, p. 82-89, 2002.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; SPEHAR, C. R.; DELLA MODESTA, R. C. **Snacks nutritivos de amaranto, milho e arroz**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 1 folder.

SPEHAR, C. R. **Amaranto**: opção para diversificar a agricultura e os alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 145 p.

SPEHAR, C. R. Utilização da quinoa como alternativa para diversificar alimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 12., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 49-58.

SPEHAR, C. R. Production systems in the savannas of Brazil: key factors to sustainability. In: LAL, R. (Ed.). **Soil quality and agricultural sustainability**. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press, 1998. p. 301-318.

SPEHAR, C. R.; LARA CABEZAS, W. A. R. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: CABEZAS, W. A. R. L.;

FREITAS, P. L. (Ed.). **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia, MG: UFU, 2001. p. 179-188.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 609-612, 2005.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 889-893, 2002.

SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; LARA CABEZAS, W. A. L.; ERASMO, E. A. L. Amaranto BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 85-91, 2003.

# INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA REGIÃO DO CERRADO

GERALDO BUENO MARTHA JÚNIOR; LOURIVAL VILELA;  
ALEXANDRE DE OLIVEIRA BARCELLOS;  
DJALMA MARTINHÃO GOMES DE SOUSA

A sustentabilidade da produção de grãos e de carne bovina na região do Cerrado e, por consequência, de parcela significativa dos saldos positivos resultantes do agronegócio brasileiro opera com risco de descontinuidade. Considerando apenas o “dentro da porteira”, tanto a produção de grãos quanto a de carne bovina têm sofrido redução nas receitas e aumento no custo de produção. Nas lavouras de grãos, fatores importantes, tais como o comprometimento dos recursos físicos do sistema e as crescentes pressões bióticas, poderiam explicar essa situação. Na pecuária, citam-se a degradação das pastagens e os termos de troca desfavoráveis que podem inviabilizar a adoção de tecnologias mais intensivas em curto prazo.

Ainda que a análise de diversos indicadores permita concluir que os preços dos produtos agropecuários devem melhorar, possivelmente entrando em um novo ciclo de alta, é necessário planejar e investir em pro-

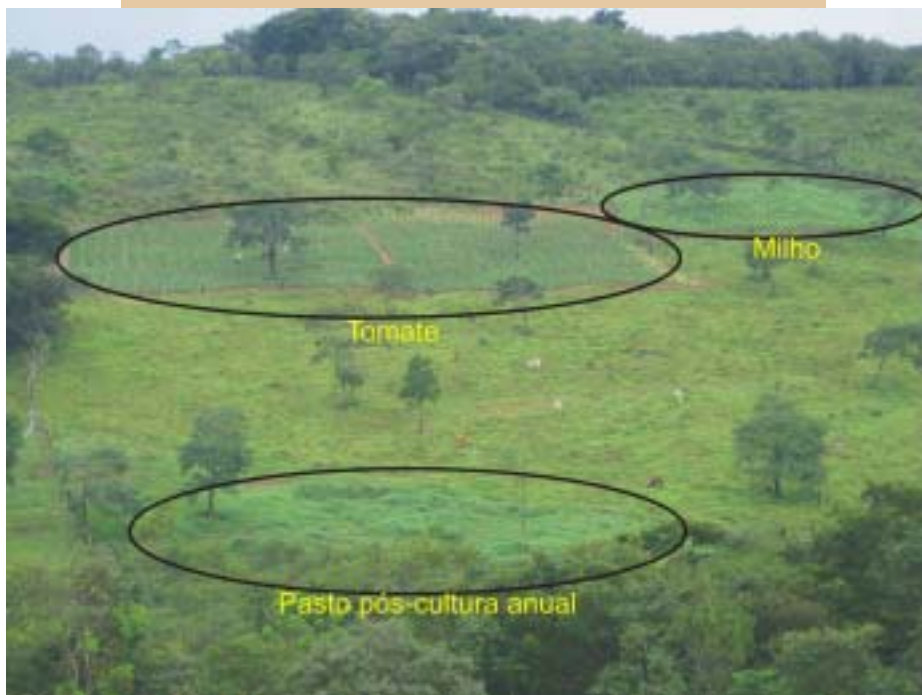
ductividade para ampliar os ganhos, quando os preços forem favoráveis, e para minimizar o risco de receitas insuficientes para remunerar os fatores de produção quando os preços estiverem menos favoráveis. A razão é simples: como a influência do produtor sobre os termos de troca é limitada, em razão do caráter de concorrência perfeita da atividade, o caminho para assegurar melhor poder de compra é aumentar a produtividade, de modo eficiente e com o menor custo possível, a fim de reduzir os custos médios de produção.

Entre as tecnologias disponíveis para contribuir para a sustentabilidade da agropecuária moderna, praticada em ambiente tropical e contemplando propriedades agrícolas de diferentes tamanhos, destaca-se a integração lavoura-pecuária. De modo sucinto, a integração lavoura-pecuária consiste no estabelecimento de diferentes sistemas produtivos (grãos, carne e outros), na mesma área, em plantio consorciado, se-

qüencial ou rotacionado. A atenção dada a esses sistemas, nos últimos anos, justifica-se pela constatação dos potenciais benefícios agronômicos, econômicos, ambientais e sociais desses sistemas. Pelo prisma econômico, inclua-se, ainda, o aumento na produtividade das culturas e da pastagem, o uso mais racional de insumos, máquinas e mão-de-obra, a melhora no fluxo de caixa, o aumento da liquidez e a redução do risco do negócio.

## Benefícios da Integração Lavoura-Pecuária

Resultados de pesquisa, validados em fazendas comerciais, permitem concluir que a introdução de pastagens em sistemas de produção de grãos é prática efetiva para reduzir a incidência de plantas daninhas, de doenças e de pragas (COSTA, 2003; KLUTHCOUSKI et al., 2003; VILELA et al., 1999). A possibilidade de se estabelecer menor demanda pelo



Integração lavoura-pecuária na pequena propriedade.  
Sítio da Ponte de Pedra, Carmópolis de Minas, MG.



uso de insumos como fungicidas, herbicidas e inseticidas, na integração lavoura-pecuária, representa benefícios econômicos de fácil valoração em curto prazo. O efeito positivo do pasto sobre a cultura de grãos subsequente também pode ser observado, diretamente, pela maior produtividade de grãos, em particular, quando ocorre a adubação da pastagem na fase de pecuária.

Paralelamente, observam-se benefícios de médio a longo prazo das pastagens para as culturas de grãos, entre outros motivos, em virtude dos impactos positivos sobre a

conservação dos recursos naturais e da melhoria na qualidade do solo observada durante a fase de pastagem.

Assim, a conservação do solo e da água tende a ser favorecida na integração lavoura-pecuária. As perdas de água e de solo, em pastagens produtivas e bem manejadas, são substancialmente menores do que em sistemas de cultivos de grãos, tanto em preparo convencional quanto em plantio direto (DEDECEK et al., 1986).

Os impactos positivos sobre a qualidade química, física e biológica do solo refletem, em particular, o



aumento na matéria orgânica. Conseqüentemente, verificam-se, por exemplo, o aumento na capacidade de armazenamento de nutrientes no solo, a maior eficiência de uso desses nutrientes e o maior potencial de resposta das lavouras pós-pastagens à adubação. Essa maior eficiência no uso dos nutrientes do solo pelas culturas de grãos na integração lavoura-pecuária, em relação ao cultivo solteiro (SOUSA et al., 1997), determina economia no uso de fertilizantes e, conseqüentemente, redução nos custos de produção. Ademais, em um futuro próximo, para suprir a demanda crescente por alimentos, a contribuição de fertilizantes para a produção agrícola deverá aumentar, indicando que o uso eficiente desses insumos, a exemplo do que ocorre na integração lavoura-pecuária, constitui estratégia prioritária para os sistemas agrícolas do século XXI.

No que se refere à pecuária, essa integração passa a ser alternativa interessante para viabilizar a correção da fertilidade do solo em pastagens e para minimizar o risco de oscilações nos preços dos fertilizantes nos empreendimentos pastoris. Desse modo, a produção pecuária

em sistemas integrados de lavoura e pecuária, quando comparada à pecuária “exclusiva”, tende a ser mais robusta em face dos preços (produto e insumos) e produtividades desfavoráveis, ao mesmo tempo em que tende a apresentar melhor resultado econômico quando as condições agrônômicas e econômicas são mais favoráveis. Adicionalmente, a rotação do pasto com culturas de grãos permite a quebra no ciclo de endo e ectoparasitas, o que certamente é um benefício adicional das culturas de grãos à fase de pecuária do sistema.

Ademais, é relevante o fato de os ganhos em produtividade de grãos e de carne bovina na integração lavoura-pecuária reduzirem, potencialmente, a pressão para a abertura de novas áreas de vegetação nativa nos Biomas Cerrado e Amazônia. Importante destacar, também, que o aumento na produtividade agropecuária na integração lavoura-pecuária pode minimizar a inevitável competição pelo uso da terra entre produção de alimento e de biocombustíveis, que já começará a ser observada em um futuro próximo.



## Implementação da Integração Lavoura-Pecuária

Em sistemas de integração lavoura-pecuária, preconiza-se o plantio de capins, principalmente do gênero *Brachiaria*, consorciados com culturas de grãos, na safra ou em safrinha, ou em sucessão às culturas de grãos (em safrinha). Tal condição possibilita, por exemplo, o delineamento de sistemas consistindo numa safra de soja, seguida de uma safrinha de milho ou sorgo (consorciados

com capim) e, na seca (junho – setembro/outubro), uma “safrinha de boi”. Em solos de fertilidade corrigida, premissa básica desses sistemas de integração lavoura-pecuária modernos, de elevada produtividade, com as primeiras chuvas, o capim apresenta rebrotamento vigoroso, permitindo, desse modo: (1) massa de forragem em quantidade e qualidade adequadas para a utilização do pasto logo no início das águas (novembro); e (2) massa de forragem em quantidade suficiente para atender as demandas do plantio direto.

O consórcio de culturas de grãos com forrageiras tem sido feito, basicamente, com milho e sorgo. Esses consórcios podem ser estabelecidos por meio do plantio convencional (solo preparado com aração e gradagem) e plantio direto, conforme preconizada no Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Esse sistema é recomendado para áreas em que a fertilidade do solo já foi corrigida, e as sementes das forrageiras são misturadas ao adubo recomendado para a cultura anual. No plantio convencional, bons resultados têm sido obtidos quando a semente do capim é distribuída a lanço, imediatamente antes do plantio da cultura de grãos.

O rendimento de grãos de milho e de sorgo, em solos corrigidos quimicamente e sem restrições físicas, normalmente não tem sido afetado de modo significativo, apresentando perdas de produtividade de grãos de cerca de 2% (KLUTHCOUSKI et al., 2000). A redução de produtividade de grãos tem sido da ordem de 5% a 10% em solos cuja fertilidade está em fase de recuperação, e a competição intra-específica pode ser maior (VILELA et al., 2006). Em casos de

elevada competição entre a cultura de milho ou de sorgo e o capim, em razão de condições edafoclimáticas adversas, a quebra na produtividade de grãos pode ser significativa e da ordem de 20% a 25%.

O consórcio do capim com a soja, embora possa ser feito, é operacionalmente mais complicado e, em determinadas situações, pode prejudicar de modo sensível a produtividade de grãos ou de forragem (VILELA et al., 2006). Perdas na produtividade de soja de mais de 80%, em condições adversas, têm sido relatadas (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Na prática, a soja tem sido bastante utilizada na integração lavoura-pecuária, mas como cultura de safra, sendo o plantio da forrageira praticado em safrinha, em sucessão à soja. O sucesso dessa estratégia exige, obviamente, que a região tenha condições climáticas favoráveis (quantidade e distribuição de chuvas) no final do período das águas.

O sucesso do estabelecimento da forrageira em safrinha demanda que a cultura de grãos – geralmente a soja – seja de ciclo precoce/médio, com plantio no início das chuvas



(final de outubro a meados de novembro) e colheita no final de fevereiro a meados de março. Tal condição é essencial para permitir o sucesso do estabelecimento da forrageira – na maior parte das vezes em plantio direto – em sucessão à cultura de safra. A semeadura do capim pode ser em monocultivo ou em consórcio com cultura de grãos (sorgo e milho) ou com forrageiras anuais (milheto e sorgo pastejo). Outro fator importante para o sucesso do plantio em safra do capim são solos corrigidos quimicamente (e sem impedimentos físicos), para aumentar as chances de uma rápida formação do capim nesses plantios tardios.

Ademais, a integração lavoura-pecuária pode ser alternativa interessante para a recuperação de pastagens degradadas, mas alguns cuidados devem ser observados, conforme (VILELA et al., 2006): (1) antecipação da correção da acidez do solo; (2) seleção de variedades mais adaptadas a solos em processo de melhoria da fertilidade; e (3) manejo de herbicidas visando diminuir a competição interespecífica da forrageira com a cultura de grãos.

Na Fig. 1, ilustram-se algumas opções de integração lavoura-pecuária: recuperação/renovação de pastagens degradadas; produção de

palhada para o plantio direto de lavouras de grãos; e rotação pastolavoura em solos corrigidos. Ressalte-se que, nos sistemas indicados, foram apresentadas apenas algu-

mas fases do estabelecimento e que as épocas das atividades devem ser ajustadas de acordo com as condições edafoclimáticas da região.

Milho+capim em PD				Pastejo											
				Pastejo		Soja precoce em PD		PD de capim+ forrageira anual							
Soja em PD		PD de capim+forrageira anual e pastejo													
Soja			Pousio ou planta de cobertura		Milho+capim em PD										
					Soja precoce em PD		PD de capim+ forrageira anual								
Pasto degradado Calagem e gessagem superficial, sem incorporação			Pastejo <sup>(1)</sup>		Milho ou sorgo+capim em PD										
					PD de leguminosas forrageiras e/ou capim										
					Plantio direto (PD) de capim+ forrageira anual										
Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai a Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
<sup>1</sup> O início do pastejo será em função da data de plantio.															

Fig. 1. Estratégias e dinâmicas para o estabelecimento de plantio direto de pastagens em sistemas de integração lavoura-pecuária e de recuperação e renovação de pastagens em degradação. As épocas de plantio e os consórcios de culturas anuais com capins devem ser ajustados de acordo com as condições edafoclimáticas de cada região e os fatores socioeconômicos de cada propriedade.

Fonte: Viela et al. (2006).

## Considerações Finais

Embora de gestão mais complexa, os potenciais benefícios da integração lavoura-pecuária, para diversos agentes da sociedade, devem estimular de modo crescente sua adoção, pois se trata de um caso raro de ganhos em produtividade agrícola com uso sustentável dos recursos naturais. Posto que benefícios agrônômicos e ambientais da integração lavoura-pecuária já são per-

cebidos por diversos agentes, a adoção em taxas mais aceleradas desses sistemas requer informações para permitir o planejamento eficiente do sistema, em particular, em relação à viabilidade econômica e de risco que influenciam, sobremaneira, a tomada de decisão de técnicos e produtores.

Nesse aspecto, destaca-se que valorar individualmente a fase da pecuária ou a fase de grãos, na integração lavoura-pecuária, pode levar

a interpretações equivocadas. Mais importante é internalizar que existe forte sinergismo entre as fases de produção de grãos e de pecuária que deve ser explorado para aumentar a viabilidade econômica do sistema de produção, haja vista que tal ação não compromete sua sustentabilidade. Usufruir na fase de pecuária do residual das adubações praticadas nas lavouras – ou valer-se, na fase de lavoura, dentre outros, da melhoria na qualidade do solo resultante da fase de pastagem – não pode ser comparado, por exemplo, ao “extrativismo” praticado nos sistemas extensivos de pecuária. Essas estratégias fazem parte do sistema de produção e, quando analisadas em intervalos temporais adequados (médio/longo prazos), não comprometem os recursos naturais do sistema. Portanto, deve-se considerar que parte dos *investimentos* realizados na fase de produção de grãos serão apenas utilizados na fase de pecuária e vice-versa.

Atualmente, existem opiniões sobre a integração lavoura-pecuária que oscilam dos plenamente favoráveis aos radicalmente contra. Com certeza, a virtude está no equilíbrio

que deve estar fortemente alicerçado em um criterioso e detalhado diagnóstico que incorpora não apenas o “dentro da porteira”, mas, também, o “antes e o depois da porteira”. A ausência de metas definidas e de um planejamento formal para o sistema de produção nos níveis estratégico, tático e operacional raramente permite que o resultado bioeconômico (e ambiental) do empreendimento seja otimizado, em razão de o produtor não ser capaz de detectar problemas em tempo hábil para a implementação de medidas de manejo efetivas e de relação benefício-custo mais favorável. Implícito a essas argumentações está o fato de que o processo de administração e de tomada de decisão, referente à incorporação de qualquer tecnologia no sistema, depende do perfeito entendimento das inter-relações entre recursos, atividades e influências externas que compõem e determinam o sistema de produção.

Por fim, deve-se considerar que a integração lavoura-pecuária, embora seja uma excelente tecnologia, não é solução mágica. Ela demanda recursos para investimento e custeio, capacitação técnica e

gerencial para a adequada condução do sistema de produção. Falhas em qualquer um desses quesitos, obviamente, colocam em risco o sucesso da tecnologia. Todavia, a quebra de paradigmas em relação à integração lavoura-pecuária é um grande desafio para os diferentes agentes ligados ao setor agropecuário.

## Referências

COSTA, J. L. S. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, J. L.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-538.

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JÚNIOR, E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho-escuro dos Cerrados em diferentes cultivos

sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 265-272, 1986.

KLUTHCOUSKY, J.; COBBUCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 157).

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração lavoura-pecuária: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Plantio direto de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006. Piracicaba. **As pastagens e o meio ambiente: anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 165-185.

# USO DO ENFOQUE DE P&D PARA APOIAR O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR:

## A EXPERIÊNCIA DOS PROJETOS SILVÂNIA E UNAÍ

José Humberto Valadares Xavier; José Luiz Fernandes Zoby; Marcelo Nascimento de Oliveira

### Introdução

É inquestionável a importância da agricultura familiar não só do ponto de vista econômico, social, como também da conservação ambiental e dos cuidados com o território. A agricultura familiar brasileira, ocupando apenas 30,5% da área total dos estabelecimentos e contando somente com 25% do financiamento total, é responsável por 37,9% de toda a produção nacional. O percentual do Valor Bruto da Produção (VBP) obtido pela agricultura familiar, quando consideradas algumas atividades, demonstra sua importância no que se refere a produtos destinados ao mercado interno e também a exportação. Acrescenta-se que ela é a principal geradora de postos de trabalho no meio rural, respondendo por 76,9% do pessoal ocupado na agricultura (NOVO... 2000).

Um dos grandes problemas da agricultura familiar é não ter partici-

pado dos benefícios resultantes do desenvolvimento nacional; entre as possíveis causas, destacam-se:

- Falta de políticas desenvolvimentistas destinadas à agricultura familiar.
- Baixa capacidade para formulação de demandas por parte dos agricultores familiares.
- Desconhecimento e inadequação dos métodos de apoio ao desenvolvimento rural por parte das instituições responsáveis.

As entidades e os agentes de desenvolvimento local ainda não se articularam adequadamente para implementar uma proposta voltada ao desenvolvimento, possivelmente em razão das divergências nas formas de atuação, no levantamento de demandas e na própria qualificação de seus atores. Ademais, destaca-se que há necessidade de se promover a articulação entre os enfoques tecnológicos, econômicos e sociológi-



cos para reforçar a operacionalidade esperada, com ações concebidas e implementadas por atores locais.

Nesse contexto, é importante o uso do enfoque de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), definido como uma experimentação em escala real e em estreita colaboração com os agricultores dos melhoramentos técnicos, econômicos e sociais dos sistemas de produção e das modalidades de exploração do meio (JOUVE; MERCOIRET, 1989).

Essa abordagem é baseada numa constatação simples: não basta experimentar e gerar as técnicas que permitem melhorar o funcionamento e a produtividade das fazendas, também se deve tentar que os agricultores que administram essas fazendas tenham os recursos necessários para adotar esses melhoramentos, bem como interesse para fazê-los. A capacidade dos agricultores de mudar, de se apropriar das inovações e de manejar as consequências e implicações das inovações é que determina o êxito ou o fracasso das intervenções.

O processo de P&D implica uma modificação sensível das relações que existem entre a pesquisa, as empresas de extensão rural e os produtores. Durante muito tempo, as transferências de tecnologias foram organizadas em um esquema linear, no qual a pesquisa tinha a missão de gerar inovações que, posteriormente, eram transmitidas às empresas de extensão e essas tentavam repassá-las aos agricultores. Em P&D, propõe-se que esse esquema linear seja substituído por uma relação triangular recíproca entre os diferentes participantes e em todas as etapas do processo de transformação das condições de produção.

## Projetos de P&D: metodologia e resultados

Em 1986, a Embrapa Cerrados priorizou a pequena agricultura, instituindo o Projeto Silvânia, no município do mesmo nome, no Estado de Goiás. Foi conduzido por instituições de pesquisa (Embrapa Cerrados, Cirad<sup>1</sup> e Emgopa<sup>2</sup>) e extensão rural (Emater, GO<sup>3</sup>). O título do projeto era:

<sup>1</sup> Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

<sup>2</sup> Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária.

<sup>3</sup> Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado de Goiás.

*Uso do enfoque de P&D para o desenvolvimento da pequena agricultura na região de Silvânia* e seu objetivo principal era “promover o desenvolvimento rural por meio da criação de um dispositivo de intervenção no meio real, que favoreça a utilização de inovações tecnológicas e sociais pelos pequenos e médios produtores”.

O dispositivo foi fundamentado em uma rede de estabelecimentos de referência, estruturada em estudos específicos (diagnósticos) em diversos níveis: sistemas de produção (tipologia); meio ambiente; sistemas de organizações e itinerários

técnicos. A rede de estabelecimentos de referência, portanto, provê informações com base nos tipos de sistemas de produção e nas diferentes condições do meio ambiente. Ela é um instrumental de apoio concreto e de grande alcance para melhorar a transferência e a adoção de tecnologia.

Em síntese, o dispositivo proposto permitiu a realização simultânea de diversas atividades: observação das práticas dos produtores, evolução dos resultados, validação de tecnologia no âmbito das propriedades, demonstração de técnicas novas, discussão dos resultados com os produtores (individual e em



José Humberto Valadares Xavier

grupo), apoio à organização dos agricultores e capacitação dos produtores e técnicos.

Os resultados obtidos do projeto podem ser classificados em dois grupos (ZOBY et al., 2003):

- Ganhos metodológicos para a pesquisa.

Definição de um modelo de tipificação dos pequenos e médios produtores.

Criação de um dispositivo de intervenção de P&D fundamentado em uma rede de fazendas de referência, baseada nos tipos de unidades de produção (nove) e no zoneamento agroecológico.

Caracterização funcional dos sistemas de produção.

Validação técnica, econômica e social das tecnologias e registro da evolução dos sistemas de produção.

Elaboração de instrumental de apoio no processo de transferência de tecnologia.

- Melhorias alcançadas no meio rural:

Criação de 30 associações e da Central de Associações de Pequenos

Produtores Rurais do Município de Silvânia, como estratégia para o fortalecimento do associativismo.

Captação de recursos em maior volume, mediante acesso a fontes de crédito, tais como o Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO) e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), os quais permitiram a compra de matrizes leiteiras, calcário e tratores. Para aquisição desses itens, foi instituída uma comissão de produtores para realização do processo de forma coletiva, o que permitiu redução de custos em todos os itens.

Aquisição de bens de capital e de insumos que viabilizaram o uso de tecnologias.

Estruturação de compras coletivas de adubos, sementes, farelo de soja e mistura mineral, por meio da ação da Central de Associações, com uma economia da ordem de 20% sobre o preço de mercado.

Criação de uma comissão do leite, em 1997, para negociação do preço do produto, com laticínios, alcançando, na primeira negociação, os seguintes resultados: 15%



do frete pago pelo laticínio, melhor preço da região acrescido de R\$ 0,01, 15% de acréscimo na cota do leite e 1% sobre o valor comercializado revertido para a Central de Associações como estratégia para sua estruturação<sup>4</sup>.

Estabelecimento de lavouras comunitárias para a produção de sementes melhoradas e para capitalização das associações.

Melhoria na expressão das demandas dos agricultores, em termos de infra-estrutura e transporte para a educação.

Contudo, um dos resultados mais importantes do Projeto Silvânia foi o de ter deflagrado o processo de conscientização coletiva da necessidade de a comunidade organizar-se na busca das soluções dos seus problemas, trazendo para si a responsabilidade dessa busca (ZOBY et al., 2003). Ressalta-se que esse projeto como ação de cooperação das instituições encerrou-se em 1998. Contudo, como processo de desenvolvimento conduzido pelas organizações de produtores e instituições locais, ele permanece, até o momento atual, ampliando as ações de desenvolvimento na região.

<sup>4</sup> Os produtores aumentaram o grau de organização de suas relações com o mercado por meio da fundação de uma cooperativa, que serve de braço comercial da Central de Associações.

Considerando essa experiência, bem como a importância da agricultura familiar e da reforma agrária no contexto atual, foi implantado o Projeto *Adaptação e utilização de dispositivo metodológico participativo para apoiar o desenvolvimento sustentável de assentamentos de reforma agrária*, conduzido no Município de Unai, MG, pela Embrapa Cerrados, pelo Grupo de Trabalho de Apoio à Reforma Agrária (GTRA) da Universidade de Brasília (UnB) e pelo Incra SR-28. Esse projeto, comumente chamado de Projeto Unai, iniciou-se em janeiro de 2002 e conta, em âmbito local, com diversas parcerias, destacando-se a Escola Estadual Juvêncio Martins Ferreira (Escola Agrícola); o Sindicato dos Trabalhadores Rurais; a Emater, MG; a Cooperativa Agropecuária de Unai Ltda. (Capul) e a Prefeitura Municipal (ZOBY et al., 2001).

Os assentados de reforma agrária representam importante segmento na região do Distrito Federal e entorno (Incrá-SR-28), onde o projeto é desenvolvido. Nessa região, existem 107 assentamentos instalados com 6.593 famílias, totalizando uma população estimada de 32.965

pessoas e ocupando área de 319.753,54 ha (SILVA, 2001).

O Projeto Unai é norteado pelo enfoque de P&D e pelos princípios do desenvolvimento sustentável e possui três linhas de ação:

- Apoio à organização social para promover o desenvolvimento sustentável dos assentamentos de reforma agrária do DF e entorno.
- Utilização de uma rede de estabelecimentos de referência para apoiar o processo produtivo dos assentados de reforma agrária do DF e entorno.
- Apoio à inserção dos assentados no mercado.

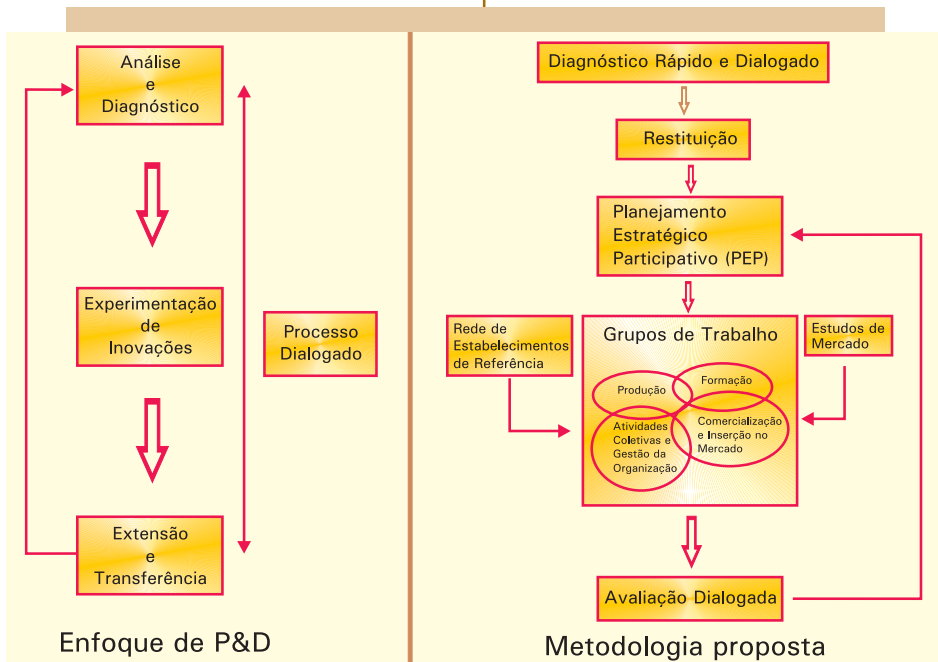
Seu objetivo é promover o desenvolvimento sustentável de assentamentos de reforma agrária da região do DF e entorno – Incra/SR-28, adaptando uma metodologia participativa de intervenção no meio real que favoreça a utilização de inovações tecnológicas e sociais pelos assentados (ZOBY et al., 2001).

As linhas de ação do projeto são complementares e indissociáveis e articulam-se conforme a me-

metodologia descrita na Fig. 1. A idéia básica é que, a partir de um diagnóstico rápido, participativo e dialogado, os assentados possam identificar os problemas enfrentados e os potenciais que podem ser explorados para apoiar um processo de planejamento participativo que permita identificar, priorizar, implementar, acompanhar e avaliar as ações (inovações) necessárias à construção do seu próprio processo de desenvolvimento. Essas ações são apoiadas por trabalhos específicos no âmbito da produção

(rede de estabelecimentos de referência), da organização social e da inserção no mercado. As informações geradas nesse processo são chamadas de referências e serão utilizadas para beneficiar outros assentamentos, ampliando a escala do processo.

Entende-se como referência todo tipo de informação correspondente a uma situação local bem definida. As referências podem ser de natureza econômica, social ou



**Fig. 1.** Representação esquemática das fases do enfoque de P&D e da metodologia utilizada pelo Projeto Unai.

Fonte: Zoby et al., 2001.



técnica e relacionar-se a diferentes escalas, desde a parcela de cultivo até a fazenda ou a organização dos produtores. Uma referência agrega as práticas do agricultor para solucionar determinada problemática, ou seja, ela faz parte de uma escolha feita pelo produtor, considerando seus objetivos, os problemas enfrentados e os recursos potenciais (BONNAL et al., 1994).

Os resultados alcançados até o momento pelo Projeto Unai são promissores. A rede de estabelecimentos de referência encontra-se estruturada com 16 lotes acompanhados, representativos dos tipos de siste-

mas de produção (5) e das principais situações edáficas, ambos identificados no diagnóstico. As primeiras referências técnicas, econômicas e organizacionais foram geradas e utilizadas para apoiar o processo de desenvolvimento dos assentamentos. Os planos participativos de desenvolvimento dos três assentamentos trabalhados foram elaborados e encontram-se em fase de execução pelos assentados, com apoio da equipe técnica do Projeto Unai. Nesse contexto, destacam-se os seguintes resultados:

- Aquisição de tanques de resfriamento de leite para uso coletivo,

permitindo aumento real de 36% no preço médio recebido (referência sobre organização e inserção no mercado).

- Instalação de campo coletivo de multiplicação de sementes de milho (referência organizacional).
- Capacitação, a partir das demandas dos assentados, em tecnologias de produção.
- Instalação de unidades de pesquisa participativa de variedades de mandioca.
- Instalação de unidades demonstrativas de cana, formação de pastagem consorciada com a cultura do arroz e plantio direto do milho.
- Aquisição coletiva de mudas de banana com redução de 33% no preço.
- Formação de grupos de interesse de artesanato e exploração de baru (planta nativa do Cerrado).
- Instalação de lavoura comunitária de mandioca, arroz e batata-doce para capitalizar a associação e capacitar os produtores na gestão de atividades coletivas.

## Considerações finais

Para atingir a melhoria da qualidade de vida no meio rural, é necessário entender o desenvolvimento como um processo de aprendizado. Torna-se, então, fundamental capacitar os produtores e suas organizações para atuar no novo ambiente econômico moderno e competitivo. Além dos recursos financeiros e dos meios tecnológicos, os agricultores organizados precisam de conhecimentos para manejar seus empreendimentos com eficiência. Isso requer capacitação entendida como processo, partindo da sensibilização, do autodiagnóstico, da implementação, do gerenciamento e do controle, aliado ao processo de transferência de tecnologias específicas.

Esse processo de capacitação deve ser entendido como processo educativo dirigido à mudança de práticas e de comportamentos. É preciso potencializar os recursos humanos de uma organização. A assistência técnica deve favorecer a sustentabilidade de recursos e benefícios.

Não haverá desenvolvimento, a menos que se forme e capacite os próprios produtores e suas famílias



para que eles queiram (estejam motivados), saibam e possam solucionar seus próprios problemas. Qualquer projeto que subestime a capacitação dos agricultores estará condenado ao fracasso, como de fato fracassaram por esse mesmo motivo muitos projetos de alto custo.

## Referências

BONNAL, P.; XAVIER, J. H. V.; SANTOS, N. A. dos; SOUSA, G. L. C. de; ZOBY, J. L. F.; GASTAL, M. L.; PEREIRA, E. A.; PANIAGO JÚNIOR, E.; SOUSA, J. B. de. **O papel da rede de fazendas de referência no enfoque de pesquisa/desenvolvimento:** Projeto Silvânia. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1994. 31 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 56).

FAO. **Desenvolvimento agropecuário:** da dependência ao protagonismo do agricultor. 2. ed. Santiago, 1992. 106 p.

JOUBE, P.; MERCOIRET, M. R. **La investigacion-desarrollo:** una via para poner las investigaciones sobre los sistemas de producción al servicio del desarrollo rural. Barquisimeto: UIAM, 1989. 15 p. Material de apoio do 1º Curso Internacional

de Assistência Técnica Integral Com Enfoque de Pesquisa/Desenvolvimento.

NOVO retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Brasília-DF: INCRA: FAO, 2000. 74 p.

SILVA, G. L. da. **Viabilidade socioeconômica de reforma agrária:** estudo de caso sobre o P. A. Renascer. 2001. 88 p. Monografia (Especialização e Extensão em Educação do Campo e Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos de Reforma Agrária) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

ZOBY, J. L. F.; ROCHA, F. E. de C.; XAVIER, J. H. V.; GASTAL, M. L. **Adaptação e utilização de dispositivo metodológico participativo para apoiar o desenvolvimento sustentável de assentamentos de reforma agrária.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 64 p. (Embrapa. Programa 09 – Agricultura Familiar. Subprojetos 09.2002.015-01, 09.2002.015-02, 09.2002.015-03). Convênio CNPq 521041/001-5. Projeto em andamento.

ZOBY, J. L. F.; XAVIER, J. H. V.; GASTAL, M. L. **Transferência de tecnologia, agricultura familiar e desenvolvimento local:** a experiência do Projeto Silvânia. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 38 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 101).

# ZONEAMENTO AGRÍCOLA: O CASO DA CULTURA DA SOJA NO ESTADO DE GOIÁS

FERNANDO ANTÔNIO MACENA DA SILVA

## Introdução

Nos últimos 25 anos, houve aumento considerável da utilização de modelagem em ciência agrícola, com a finalidade de simular processos no sistema solo-planta-atmosfera. Esses modelos têm função muito importante na avaliação do risco climático, na estimativa dos rendimentos e na determinação do índice de estresse hídrico das culturas.

A Embrapa Cerrados vem desenvolvendo pesquisas com modelagem na área de produção agrícola desde o ano de 1990, com o objetivo de avaliar a variabilidade dos rendimentos das culturas em decorrência do clima e de aperfeiçoar algumas estratégias de manejo, tais como: melhor data de plantio e de colheita (ASSAD et al., 1998; SILVA, 2004).

Os resultados dessas pesquisas foram transferidos ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento –

MAA – no ano de 1996, para normatização de crédito aos produtores, mediante a criação de um programa denominado de Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Atualmente, o Zoneamento Agrícola é um instrumento de política agrícola e de gestão de riscos na agricultura e está sob a responsabilidade da Coordenação-Geral de Zoneamento Agropecuário, subordinada ao Departamento de Gestão de Risco Rural, da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse programa tem o objetivo de indicar as melhores datas de plantio por município, correlacionados ao ciclo da cultura e ao tipo de solo, de modo a minimizar a chance de que adversidades climáticas coincidam com a fase mais sensível das culturas.

Mais de 95% das perdas na agricultura brasileira eram registra-

das como conseqüências de secas ou chuvas excessivas. Como não havia um marco regulador, essas perdas eram cobertas indiscriminadamente pelo Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), que é um instrumento de política agrícola instituído para que o produtor rural tenha garantido um valor complementar para pagamento do seu custeio agrícola. Isso, segundo Rosseti (1998), causava grandes prejuízos à sociedade brasileira.

Com a adoção de linhas de crédito, baseadas em informações climáticas geradas pelo Zoneamento Agrícola, que passou a orientar o produtor com mais precisão quanto à melhor data de plantio e às variedades adaptadas para cada região, o governo brasileiro passou a economizar anualmente mais de R\$ 150 milhões, com a diminuição sensível dessas perdas.

Os impactos econômicos provocados pelo Zoneamento Agrícola também são importantes, pois, em 2005, os benefícios gerados para a sociedade brasileira superaram os R\$ 850 milhões, com a adoção dessa tecnologia em mais de 28 milhões de hectares (EMBRAPA, 2006).

Portanto, o Zoneamento Agroclimático tornou-se importante instrumento de política pública que atualmente norteia as regras do crédito agrícola nacional e, também, uma ferramenta essencial para o ordenamento territorial e para avaliação das variações das condições climáticas visando manter a sustentabilidade da produção agrícola e evitar a degradação ambiental.

Neste capítulo, é mostrado um exemplo de uso do Zoneamento Agrícola, no qual se definem as melhores datas de semeadura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) no Estado de Goiás, considerando apenas um tipo de solo e as cultivares de ciclo médio.

## Metodologia

O Estado de Goiás localiza-se no coração do Planalto Central, limitando-se ao norte com Tocantins, a sudeste com Minas Gerais, a leste com Bahia e Minas Gerais, a sudoeste com Mato Grosso do Sul e a oeste com Mato Grosso.

A definição dos melhores períodos para a semeadura da cultura

da soja no Estado de Goiás foi feita utilizando o modelo de balanço hídrico da cultura denominado SARRA (Sistema de Análise Regional do Risco Agroclimático), descrito em detalhes por Franquim e Forest (1977). O modelo simula o balanço hídrico das culturas com o passo de cálculo diário, a partir de um conjunto de parâmetros para descrever o solo, a cultura e o clima.

Ressalta-se que, por se tratar de um modelo agroclimático, parte-se do pressuposto de que não ocorrerão limitações quanto à fertilidade dos solos e danos às plantas por causa da ocorrência de pragas e doenças.

Neste estudo, o balanço hídrico foi realizado com base nas seguintes variáveis:

- Precipitação pluvial: utilizaram-se as séries pluviométricas com no mínimo 20 anos de dados diários registrados em 216 postos pluviométricos disponíveis no estado.
- Evapotranspiração potencial: estimada pelo método de Pennam (1948).
- Ciclo e fases fenológicas: consideraram-se cultivares de ciclo

médio perfeitamente adaptadas às condições termofotoperiódicas do estado. Consideraram-se a semeadura, o crescimento, o florescimento e o enchimento de grãos, bem como a colheita e as fases fenológicas da cultura.

- Coeficiente de cultura (Kc): usaram-se valores médios para períodos de dez dias determinados em condições de campo.
- Reserva útil do solo: consideraram-se os solos com teor de argila entre 15% e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm, com capacidade de armazenar 40 mm de água nos primeiros 60 cm do solo.

Foram efetuadas simulações para dez épocas de semeadura, espaçadas de dez dias, entre os meses de outubro a janeiro, conforme Tabela 1.

Para cada data, o modelo estimou os índices de satisfação da necessidade de água (ISNA), definidos como sendo a relação existente entre evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e a evapotranspiração máxima da cultura da soja (ET<sub>m</sub>).

**Tabela 1.** Períodos decendiais utilizados para simulação da data de semeadura da cultura da soja no Estado de Goiás.

Períodos	30	31	32	33	34	35	36	1	2	3
Dias	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 31
Meses	Outubro	Novembro			Dezembro			Janeiro		

Em seguida, realizou-se a análise freqüencial, a 80%, dos índices de necessidade de água da soja nas fases de floração e enchimento de grãos. Esses valores foram georreferenciados em função da latitude e longitude e, com o uso de um sistema de informações geográficas, confeccionaram-se os mapas temáticos que representam as melhores datas de semeadura da cultura da soja de ciclo médio no Estado de Goiás.

A definição das áreas de maior ou de menor risco climático foi associada à ocorrência de deficit hídrico na fase de floração e enchimento de grãos, considerada a fase mais sensível da cultura a esse deficit. Para isso, estabeleceram-se três classes de acordo com o ISNA obtido:

- 1) Baixo risco climático →  $ISNA \geq 0,60$ .
- 2) Risco climático intermediário →  $0,60 > ISNA \geq 0,50$ .
- 3) Alto risco climático →  $ISNA < 0,50$ .

## Informações Geradas

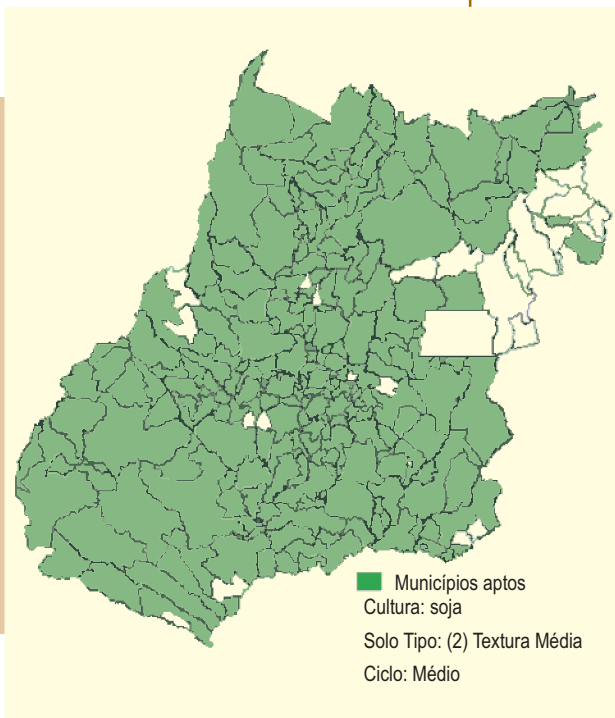
Para cada data simulada, gerou-se um mapa com as condições de semeadura. Como resultados, apresentam-se, nesse exemplo, apenas as melhores datas de semeadura para a cultura da soja no Estado de Goiás, considerando solos hipotéticos com as características físico-hídricas destacadas anteriormente.

Na Fig. 1, representam-se as condições para a semeadura da cultura da soja no último decêndio do mês de outubro e nos meses de novembro e dezembro. Analisando essa figura, observa-se que praticamente 100% da área do estado apresenta condições favoráveis ou de baixo risco climático para a semeadura da cultura da soja, ou seja, quando semeada nesse período, de acordo com os resultados, em 80%

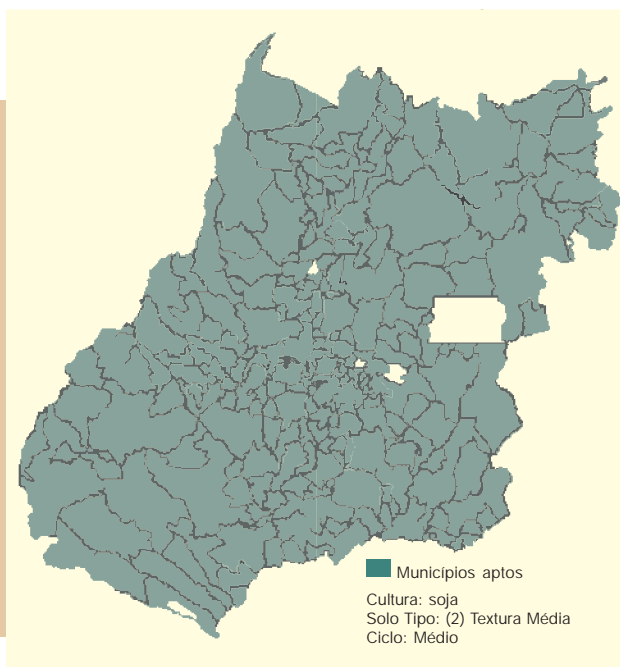
dos anos estudados, existe umidade suficiente na fase mais sensível da cultura ao déficit hídrico, que é a do florescimento e do enchimento de grãos. Plantando nesse intervalo de tempo, o produtor diminui a probabilidade de perdas das suas lavouras por ocorrência de déficit hídrico e aumenta suas chances de obtenção de maiores rendimentos.

Essas condições permanecem estáveis no primeiro decêndio do mês de janeiro, porém pequenas áreas no estado já aparecem em

condições de alto risco climático quando a semeadura é realizada a partir do dia 11 de janeiro. Observe, nesse período, que as áreas com risco climático vão aumentando, principalmente, as situadas a leste do estado (Fig. 1), quando comparadas com as dos meses anteriores (Fig. 2). Isso porque do meio para o fim da estação chuvosa a oferta pluviométrica vai diminuindo e, a partir dessa data, a ocorrência de veranicos vai se tornando mais freqüente, o que dificulta o desenvolvimento das plantas.



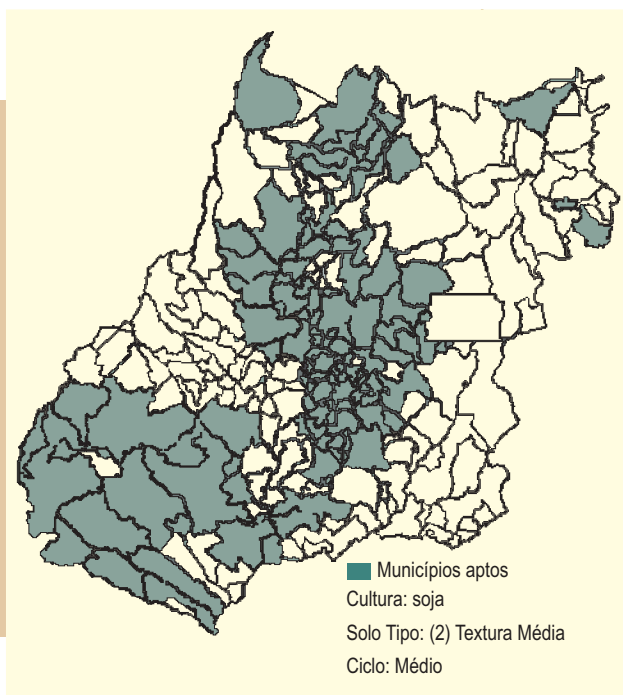
**Fig. 1.** Distribuição espacial das condições de semeadura da soja de ciclo médio no Estado de Goiás, entre os dias 11 e 20 de janeiro, considerando solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 40 mm de água nos primeiros 60 cm.



**Fig. 2.** Distribuição espacial das condições de semeadura da soja de ciclo médio no Estado de Goiás, a partir de 20 de outubro a 30 de dezembro, considerando solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 40 mm de água nos primeiros 60 cm.

Na Fig. 3, representam-se as condições de semeadura no período de 20 a 31 de janeiro. Analisando essa figura, é possível verificar que mais de 40% da área de Goiás é desfavorável à semeadura da soja. Com base nesses resultados, verifica-se que, plantando-se nessa dada, existe probabilidade superior a 80% de acontecer déficit hídrico na fase de enchimento de grãos, com possibilidades de quebra de rendimento da cultura, podendo acarretar perdas para o produtor.

A partir do mês de fevereiro, os riscos climáticos são muito elevados para a cultura da soja. Os resultados evidenciaram que, quando semeada no início desse mês, só em dois em cada dez anos, a cultura encontra umidade suficiente na fase de enchimento de grãos e que, em oito em cada dez anos, observou-se estresse hídrico elevado capaz de provocar quebras significativas no rendimento. Por isso, a partir dessa data, não se recomenda a semeadura da soja de ciclo médio no Estado de Goiás no tipo de solo considerado neste estudo.



**Fig. 3.** Distribuição espacial das condições de semeadura da soja de ciclo médio no Estado de Goiás, entre os dias 20 e 31 de janeiro, considerando solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 40 mm de água nos primeiros 60 cm.

## Considerações Finais

A modelagem tem sido uma ferramenta de fundamental importância para as atividades de manejo da cultura e de planejamento agrícola, principalmente, no que diz respeito à melhor forma de usar e manejar a oferta pluviométrica que funciona como a principal fonte de alimentação hídrica para os vegetais.

Com o Zoneamento Agrícola, é possível identificar, para os diferentes municípios do Estado de Goiás, a melhor época de plantio das culturas para os diferentes tipos de solo e

ciclos das cultivares. Ademais, é uma ferramenta de fácil entendimento e adoção pelos produtores rurais, extensionistas, agentes financeiros, seguradoras e demais usuários.

Com a adoção dessa tecnologia, o Programa de Zoneamento Agrícola do MAPA, coordenado pela Secretaria da Comissão Especial de Recursos (CER/Proagro), firma-se como valioso instrumento de apoio à política agrícola do governo federal, bem como difusor de tecnologia e indispensável suporte para a tomada de decisões no âmbito do Proagro.



Atualmente, o uso dessa ferramenta técnico-científica tem contado com a colaboração das mais diversas instituições federais e estaduais de pesquisa agrícola que tem disponibilizado seu corpo técnico com vários especialistas, visando aperfeiçoar cada vez mais o Zoneamento Agrícola e contemplar o maior número possível de culturas e de áreas aptas às culturas com importância econômica em todo o País.

## Referências

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; BEZERRA, H. S.; SILVA, S. C.; LOBATO, E. J. V. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p. 311-327.

EMBRAPA. **Balço social 2005**. Brasília, 2006. 29 p.

FRANQUIM, P.; FOREST F. Dês programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentille des termes dubilan hydrique. **Agronomie Tropical**, v. 32, n.1, p. 7-11, 1977.

PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of Royal Entomological Society of London**, Series A, v. 193, p. 120-145, 1948.

ROSSETI, L. A. Securidade e zoneamento agrícola no Brasil: novos rumos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SECURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA NO MERCOSUL, 1., 1998, Brasília. **Anais...**, Brasília, 1998. p.1-11.

SILVA, F. A. M. da. **Parametrização e modelagem do balanço hídrico em sistema de plantio direto no Cerrado brasileiro**. 2004. 218 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas.

# AGRICULTURA DE PRECISÃO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DO CERRADO

LUCIANO SHOZO SHIRATSUCHI

A Agricultura de Precisão (AP) ou *Precision Agriculture* já é bastante conhecida nos meios acadêmicos e de pesquisa agrônômica, principalmente, em países da Europa e nos Estados Unidos, que foram os primeiros a adotar essa importante ferramenta gerencial. Grandes benefícios já podem ser vislumbrados decorrentes da adoção dessa tecnologia nesses países onde se pratica esse conceito de manejo de culturas, no qual se considera a variabilidade espacial dos fatores que interferem na produção das áreas agrícolas. Portanto, a prática da agricultura tradi-

cional, baseada na média, deverá ser substituída, principalmente, em um cenário onde a redução do uso de insumos, tais como defensivos e adubos, está sendo priorizada em razão da necessidade de reduzir custos, diminuir o impacto ambiental, além de atender a uma demanda da sociedade por alimentos mais seguros.

O importante de se praticar AP é manejar a área agrícola tendo consciência de sua variabilidade espacial, tomando as devidas providências para o aumento de eficiência no uso dos insumos. O grande ou o pequeno agricultor deve estar cien-



Colhedora instrumentada

te de que sua área não é uniforme e deve adotar algumas práticas para medir essa variabilidade e tratar adequadamente seu empreendimento agrícola. Recomenda-se aos produtores que desejam praticar AP uma preparação mínima ou, dependendo do tamanho do empreendimento agrícola, contratar uma consultoria especializada, atividade já bastante usual em nosso país.

Essa preparação de produtores e de técnicos tem sido feita por meio da participação em cursos de capacitação, ainda raros no Brasil, e da interação com a pesquisa, além do investimento em alguns equipamentos, tais como: computadores, software, GPS. O ideal na AP é o uso de GPS com correção diferencial ou por meio de algoritmos que ainda são caros, sobretudo, quando se deseja realizar operações de plantio, pulverizações e de guia de máquinas. Todavia, dependendo do nível de precisão no posicionamento requerido pelo usuário e de qual atividade a ser realizada, o mero emprego de GPS de navegação pode ser suficiente.

Mas e na pesquisa? Como estamos e qual a evolução que pre-

cisamos obter para que possamos, por meio da validação em campo, recomendar com segurança métodos e técnicas viáveis ao produtor?

Até o momento, muito pouco se tem conseguido de avanço no que se refere às recomendações técnicas, principalmente, por causa do estágio incipiente de pesquisa no Brasil e da falta de cultura de pesquisadores brasileiros em trabalhar em equipes. Portanto, a pesquisa em AP depende de formação de grandes redes ou equipes de trabalho, nas quais a multidisciplinaridade e a multiinstitucionalidade devem ser levadas em conta; caso contrário, estaremos fadados ao insucesso. Algumas instituições brasileiras já estão internalizando esse conceito de trabalho em grandes equipes e espera-se colher os frutos dessa nova forma de trabalho brevemente.

A tendência de pesquisa mais evidente não só para a AP, mas também para outras áreas tecnológicas, é a formação de equipes multidisciplinares, propiciando a interação entre entidades privadas e públicas, sempre visualizando a aplicabilidade do produto gerado para o produtor rural, a sociedade e o ambiente.



Foto aérea de área agrícola.

Em outros países mais desenvolvidos, tais como Estados Unidos, Holanda e Alemanha, já é comum encontrar pessoas ou grupos com especialidades diferentes realizando pesquisas em AP. Na conferência europeia sobre o tema, em Berlim, entre os dias 15 e 19 de junho de 2003, na qual a temática foi a Agricultura de Precisão (*4th ECPA - European Conference on Precision Agriculture*), dos 115 trabalhos apresentados sobre AP, 55 foram elaborados com a contribuição de mais de um departamento, instituição ou especialidade refletindo a forte tendência de formação de grandes

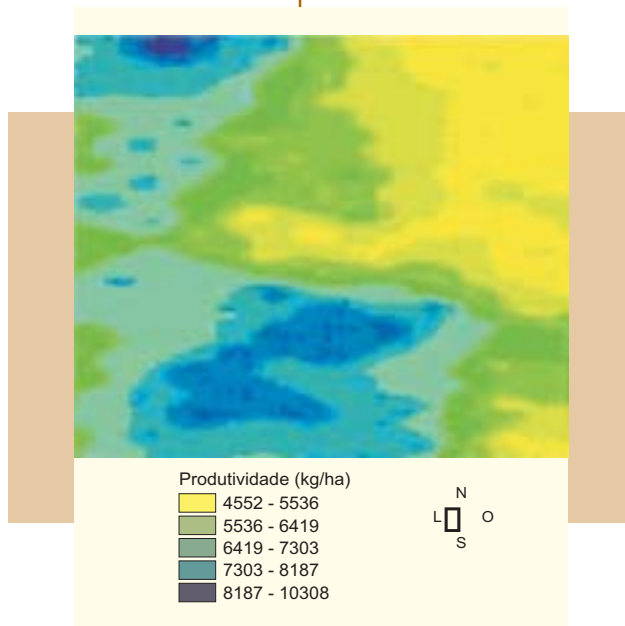
equipes multidisciplinares e multiinstitucionais, ao contrário de eventos mais antigos nos quais o individualismo disciplinar e institucional predominava. No Brasil, a pesquisa em AP está em fase inicial, mas já com alguns resultados consideráveis e algumas equipes sendo formadas. No Simpósio de Agricultura de Precisão (3ª edição) realizado em Piracicaba, em 2001, foram recebidos 60 trabalhos, dois quais 14 multiinstitucionais.

Atualmente, grandes avanços já foram dados no campo de desenvolvimento de máquinas e de equipamentos, já existindo inúmeras máquinas e implementos customiza-

dos para a aplicação em taxas variáveis de insumos, para a amostragem de atributos do solo, tais como equipamentos de medição da condutividade elétrica, pH, matéria orgânica, resistência à penetração. Entretanto, até o momento, o entendimento sobre variabilidade espacial dos fatores biológicos ainda é incipiente e necessita de mais pesquisas regionalizadas, sendo visível que a prioridade da pesquisa atualmente é esse entendimento da variabilidade espacial. Portanto, metodologias menos onerosas de medição ou amostragem dos diversos fatores que interfe-

rem na produtividade (fertilidade do solo, pragas, doenças, plantas daninhas, água) devem ser desenvolvidas, principalmente, ao longo do ciclo da cultura, para que, por meio delas, seja possível a tomada de decisão no decurso da cultura em tempo real ou próximo disso.

No campo agrônomo, algumas pesquisas básicas de parâmetros de fertilidade do solo devem ser estudadas considerando níveis de produtividade já próximos do teórico e de preferência dentro de zonas de manejo estáveis temporalmente de alta produtividade



Mapa de produtividade.

delineadas por ferramentas utilizadas na AP. As metodologias de amostragem de pragas e doenças devem ser adequadamente adaptadas para a utilização de equipamentos da AP; portanto, é imprescindível o entendimento da biologia da praga (ciclo de vida da praga, época de ocorrência, forma de dispersão) para o uso correto de equipamentos e ferramentas. A biologia e o manejo de plantas daninhas devem ser entendidos, considerando a variabilidade espaço-temporal, tomando cuidado especial com o manejo durante a entressafra para que não se tenha aumento do banco de sementes, já que a participação

dos herbicidas no custo total de algumas culturas pode ser de 10% a 30%.

Enfim, pesquisas básicas em todas as áreas da agronomia devem ser realizadas enfocando a abordagem integrada dos fatores que interferem na produtividade agrícola, em um contexto de interação multivariável, sempre considerando a variabilidade espacial dos fatores. Preferencialmente, essas pesquisas devem ser realizadas em fazendas, utilizando o conceito de pesquisa *on farm*, com a participação do produtor, de empresas e de equipes de pesquisa.

# BIOTECNOLOGIA, TRANSGÊNICOS E BIOSSEGURANÇA

---

FÁBIO GELAPE FALEIRO

SOLANGE ROCHA MONTEIRO DE ANDRADE

A Biotecnologia, conceitualmente, é a união de biologia com tecnologia. É um conjunto de técnicas que utilizam os seres vivos no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica, social ou ambas. A Biotecnologia envolve várias áreas do conhecimento e, em consequência, vários profissionais, sendo uma ciência de natureza multidisciplinar.

Apesar de o termo biotecnologia ser novo, o princípio é muito antigo. Por exemplo, a utilização da levedura na fermentação da uva e do trigo para produção de vinho e do pão vem de muitos anos antes de Cristo. Com a evolução da ciência em seus diversos setores, inúmeras metodologias biotecnológicas têm sido sistematizadas, aumentando seus benefícios econômicos, sociais e ambientais. Vários cientistas, com suas descobertas, tiveram grande importância para a evolução e sistematização da biotecnologia. Por exemplo, as

descobertas: dos microrganismos, por Louis Pasteur, em 1861; da hereditariedade, por Gregor Mendel, em 1865; da estrutura do DNA (ácido desoxirribonucléico, molécula responsável pela informação genética de cada ser vivo), por James Watson e Francis Crick, em 1953.

A partir da descoberta da estrutura do DNA, houve uma revolução incrível na área da Genética e da Biologia Molecular, surgindo, então, a chamada biotecnologia moderna, que consiste na manipulação controlada e intencional do DNA por meio das técnicas de engenharia genética. Por meio dessas técnicas, foi possível a produção de insulina humana em bactérias e o desenvolvimento de inúmeras plantas transgênicas a partir da década de 1980.

As várias técnicas relacionadas à biotecnologia têm trazido, via de regra, benefícios para a sociedade. As fermentações industriais na pro-

dução de vinhos, cervejas, pães, queijos e vinagres; a produção de fármacos, vacinas, antibióticos e vitaminas; a utilização de biofungicidas no controle biológico de pragas e doenças; o uso de microrganismos visando à biodegradação de lixo e esgoto; o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos para a melhoria de produtividade das plantas; o desenvolvimento de plantas e animais melhorados utilizando técnicas convencionais de melhoramento genético e também a transformação genética.

Essa transformação genética, como uma das técnicas da biotecnologia moderna, é definida como

sendo a introdução controlada de ácidos nucléicos (genes) em um genoma receptor por meio da tecnologia do DNA recombinante. Diferentes técnicas de transformação genética foram estabelecidas, recentemente, com o desenvolvimento da cultura de tecidos e da Engenharia Genética. Baseadas no procedimento para a transferência de genes, essas técnicas podem ser divididas em duas categorias: indireta e direta. Na transferência indireta, para realizar a transformação, utiliza-se um vetor, como *Agrobacterium tumefaciens* e *Agrobacterium rhizogenes*. Esses vetores são bactérias que possuem a capacidade de transferir, naturalmente, para as plantas, parte de seu



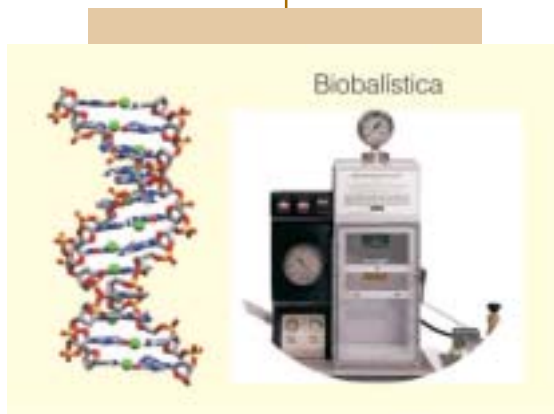


DNA, induzindo-as a sintetizar substâncias para seu crescimento. Na transferência direta, utilizam-se de métodos físicos ou químicos que objetivam romper a barreira da parede celular, da membrana plasmática ou ambos, para a livre penetração do DNA na célula. Numerosos sistemas de transformação direta já foram descritos, entre eles, a aceleração de partículas, polietilenoglicol, eletroporação, lipossomos, micro e macroinjeção.

Além do método de transformação propriamente dito, outras etapas estão envolvidas na obtenção de um organismo transgênico, como o isolamento e a caracterização do gene de interesse, a construção do cassete de expressão, a introdução e a incorporação do gene, a regenera-

ção e a seleção das células transformadas, a aclimação e os diferentes testes genotípicos e fenotípicos com os transgênicos. Diferentes estratégias podem ser utilizadas em cada etapa da transformação genética, sendo que a escolha da mais adequada depende da espécie, do tipo de explante utilizado e do objetivo da transformação.

Logicamente, a tecnologia de transformação genética não se encerra com a obtenção do transgênico que expresse a característica-alvo. Para que o transgênico seja efetivamente incorporado ao sistema produtivo, é necessário que ele não apresente riscos à saúde e ao ambiente e, para isso, rigorosos testes, realizados em laboratório, casa de vegetação e campo, bem como as várias normas de segurança, devem



ser respeitados. Embora a base do trabalho de avaliação de riscos seja a mesma, não se pode fazer generalizações, pois cada transgênico e sua utilização apresentam especificidades que devem ser conhecidas, caracterizadas e sempre levadas em consideração. Portanto, para a liberação, cada transgênico deve ser avaliado individualmente.

Até o momento, os produtos desenvolvidos com base nessas técnicas na área de fármacos e agricultura foram produzidos e comercializados sem evidência de danos ao homem ou ao meio ambiente e trouxeram, via de regra, benefícios à sociedade. Entre os benefícios dos transgênicos podem-se citar aqueles relacionados à agricultura (plantas resistentes a pragas, doenças, herbicidas, com maior tempo de prateleira, mais produtivas, resistentes a áreas pouco adaptadas ao cultivo e com maior valor nutricional); à medicina (produção de vacinas e fármacos em planta, aumento da produção de compostos terapêuticos) e à pesquisa básica (entendimento dos processos de armazenamento, expressão e regulação da informação genética), o que traria benefícios a produtores,

consumidores e também ao meio ambiente. A pressão contra os transgênicos pode ter duas explicações principais: a desinformação e a interferência em mercados bastante poderosos, como a competição de indústrias de agroquímicos, as quais movimentam bilhões de dólares.

As informações repassadas para a sociedade sobre a biotecnologia moderna, muitas vezes, são deturpadas por ideologias, medo, sensacionalismo e pela própria desinformação. Atualmente, a mídia está sendo bombardeada por inúmeras reportagens sobre a biotecnologia e os produtos transgênicos. Esse assunto é, às vezes, vulgarizado, visto que políticos, advogados, jornalistas e até sindicalistas estão falando sobre ele, que é essencialmente técnico. Nesse sentido, é necessária uma leitura muito crítica sobre todas as reportagens envolvendo a biotecnologia e os produtos transgênicos. Certas perguntas devem ser feitas: quem escreveu o artigo?, qual o sistema estudado?, qual metodologia foi utilizada?, quais os interesses envolvidos?, quais os pontos negativos e positivos?, a reportagem é baseada em critérios técnicos e científicos?

É inquestionável que a biotecnologia, incluindo as tecnologias de transformação genética, é hoje uma das ferramentas de grande importância para o desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva, saudável e sustentável, menos dependente do uso de agroquímicos, além de propiciar benefícios a diferentes setores da sociedade. A ciência biotecnológica está evoluindo com uma rapidez nunca vista e pode-se dizer que a biotecnologia moderna ainda é incipiente, considerando todas as potencialidades e o que ainda vai ser descoberto. Nesse

sentido, é estratégico para o Brasil aumentar o investimento em ciência e tecnologia e desobstruir tudo o que vem dificultando as pesquisas pelas instituições públicas. Tais pesquisas têm assumido importância cada vez maior nas tomadas de decisão sobre assuntos que envolvem os transgênicos. Assim, é necessário que a sociedade não seja contra a biotecnologia e os transgênicos, mas sim contra tudo o que dificulta as pesquisas, como o baixo investimento em ciência e tecnologia e processos altamente burocráticos que impedem seu andamento.



# A CONQUISTA DO CERRADO PELA SOJA

---

PLÍNIO ITAMAR DE MELLO SOUZA; CLAUDETE TEIXEIRA MOREIRA;  
AUSTECLÍNIO LOPES DE FARIAS NETO; SÉRGIO ABUD DA SILVA;  
NELSON DOS SANTOS E SILVA; LEONES ALVES DE ALMEIDA; ROMEU AFONSO DE SOUZA KIIHL

## Introdução do cultivo da soja no Cerrado

Após o final dos anos 1970, início dos anos 1980, o governo brasileiro teve grande interesse pela expansão da soja na região Tropical do Brasil, com o objetivo de atender a demanda interna e externa e suprir a escassez de novas áreas agrícolas no Sul do País. Uma das principais metas era conquistar a independência tecnológica para a produção agrícola brasileira que, até então, concentrava-se nas regiões subtropicais no Sul do Brasil.

A região Tropical localiza-se entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio. No Brasil, essa região compreende aproximadamente dois terços de nossas áreas agricultáveis, onde estão localizados os biomas Caatinga, Amazônia, Pantanal, parte da Mata Atlântica e o Cerrado.

Entre os biomas existentes, o Cerrado era o que apresentava o maior potencial para a utilização

agrícola. No entanto, a fertilidade natural dos seus solos e as latitudes - conseqüentemente, o comprimento dos dias - não eram propícios ao cultivo da soja, demandando, portanto, o desenvolvimento de tecnologias específicas para sua adaptação e seu cultivo em larga escala.

A soja, uma espécie exótica para o Brasil, é originária da China, onde surgiu como planta domesticada por volta do século XI a.C. Com o transcorrer dos séculos, ela foi disseminada para outros países de clima e latitudes semelhantes. A primeira referência de cultivo da soja no Brasil data de 1882. Porém, o cultivo comercial dessa leguminosa só começou a ter expressão econômica em meados da década de 1940, no Rio Grande do Sul. Nesse início, aproveitaram-se as cultivares americanas, tais como Lee, Bragg, Majos, Hardee, entre outras, que eram cultivadas no Sul dos Estados Unidos em latitudes semelhantes às do Sul do Brasil (Fig. 1).

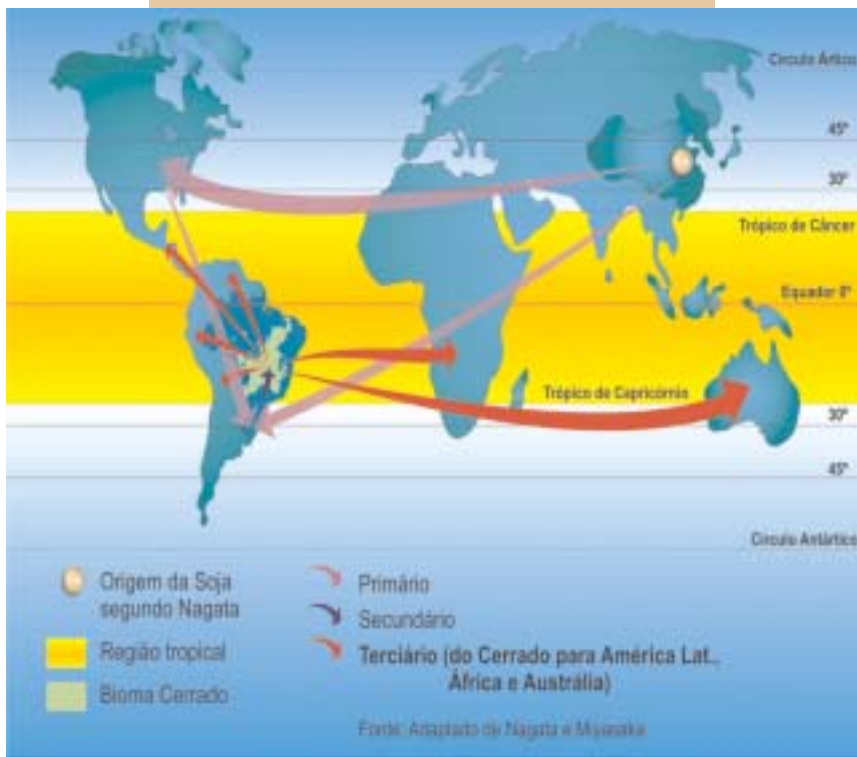


Fig. 1. Curso de disseminação da soja no mundo.

Originalmente, a soja é considerada planta de clima subtropical ou temperado, por isso, praticamente toda a área mundial cultivada com essa cultura estava localizada em latitudes maiores que 25°, onde prevalecem essas condições de clima. No Brasil, a maior parte de nossas áreas é exceção dentro desse contexto. Na região Tropical, onde se concentra o Bioma Cerrado, as latitudes são menores que 23°S. Com isso, o grande

desafio para se produzir soja nessa região seria desenvolver cultivares adaptadas a latitudes curtas e tecnologias de manejo, correção e fertilização dos solos consideradas, naquela época, impróprias para a agricultura.

A principal limitação da planta de soja é sua sensibilidade ao comprimento do dia (fotoperíodo), que varia conforme a latitude. As cultivares desenvolvidas até a década de 1970 no Sul do País, quando cultiva-

das ao longo da região Tropical, não cresciam, pois eram induzidas a florescer precocemente, gerando plantas de porte baixo e ciclo muito curto. Esse fato resultou, além de uma produtividade baixa e anti-econômica, em uma altura de planta quase rasteira, o que inviabilizava o uso da colheita mecânica, tão necessária em uma cultura de larga escala como a soja.

A adaptação da soja às condições de latitude das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste foi um dos maiores desafios para o programa de melhoramento da Embrapa. Enquanto as áreas disponíveis para agricultura em larga escala no Sul do País começavam a se tornar escassas, havia áreas em abundância e a baixo custo na região Tropical, mais precisamente, no Cerrado. Portanto, até meados dos anos 1970 não existia no mundo cultivar de soja que permitisse o cultivo econômico e seguro na região Tropical, pois as cultivares já existentes eram todas desenvolvidas em regiões de clima temperado ou subtropical, em latitudes longas, distantes do Equador. Os poucos cultivos viáveis situavam-se ligeira-

mente acima do Trópico de Capricórnio e eram estabelecidos com alto risco de perda, pois, com as cultivares não adaptadas às condições de clima e solo, tinham de ser ótimos para que a produtividade compensasse economicamente. Portanto, o risco de fracasso se agravava à medida que os cultivos se distanciavam da região subtropical em direção ao Equador.

Outro desafio para a expansão agrícola do Cerrado era conseguir uma cultura que, de imediato, permitisse retorno adequado ao investimento de compra, ao desmatamento e à correção dos solos de Cerrado, em sua grande maioria, muito pobres em fertilidade. Na época, a única opção era o arroz de sequeiro, que pouco exigia na correção do solo, porém era de alto risco, pois seus cultivos eram perdidos com frequência, em virtude da sua fragilidade para superar os veranicos (curtos períodos de estiagem frequentes na região do Cerrado). Essa insegurança obrigava os produtores de arroz a investirem pouco ou nada em correção do solo, resultando no abandono e na degradação das áreas, depois

do segundo ou terceiro ano de cultivo, quando seu *status* de fertilidade do solo não oferecia mais nenhuma condição de retorno econômico.

A Embrapa, por meio dos seus centros de pesquisa, em especial a Embrapa Cerrados e a Embrapa Soja, começou a pesquisar a cultura da soja para a região Tropical em 1974. Naquela época, o cultivo econômico da soja era considerado quase impossível na região Tropical por muitos técnicos e pesquisadores ligados à soja no mundo inteiro, os quais acreditavam que a solução seria conseguir uma cultivar que fosse insensível à variação do comprimento dos dias (variação do fotoperíodo). Entretanto, os pesquisadores da Embrapa Soja e da Embrapa Cerrados acreditavam que seria possível utilizar o melhoramento genético para adaptação da cultura à região Tropical. Dessa forma, haveria possibilidade de se obter cultivares que tivessem o ciclo normal, crescessem e produzissem satisfatoriamente nessa região, como as que eram cultivadas nas regiões de clima subtropical no Sul do Brasil, nos Estados Unidos e na China.

Os trabalhos com a cultura da soja no CPAC, hoje Embrapa Cerrados, intensificaram-se no final de 1975

com os mesmos objetivos, mas com maior amplitude, capacidade de teste e apoio da equipe de melhoramento da Embrapa Soja, unidade que coordena a pesquisa dessa leguminosa no Brasil. Em decorrência da sua localização estratégica na região Tropical, a Embrapa Cerrados sempre testou material genético, tais como *bulks* oriundos da Embrapa Soja, a qual sempre alimentou um grande espírito de equipe entre todos os pesquisadores de soja da Embrapa e do Brasil. Já naquela época, a Embrapa, por meio do CPAC, teve a oportunidade de experimentar os primeiros retornos dos esforços despendidos, pois identificou, entre centenas de linhagens oriundas do CNPSo (atual Embrapa Soja), conduziu testes e recomendou/indicou a linhagem Lo75-2760 para a região do Cerrado (Brasil Central), o que resultou na cultivar Doko. O lançamento da Doko envolveu testes em várias regiões do Cerrado e a participação de diversos pesquisadores de diferentes instituições. Esse genótipo, pela sua rusticidade, constituiu-se na mais importante cultivar de soja já criada para a região Tropical do Brasil, visto que permitiu, na época, a abertura de novas áreas, de forma econômica, pois o retorno do capital investido era mais rápido e mais seguro, inclusive no que se refere a

menores danos ao meio ambiente. Esse foi um passo decisivo na viabilização da cultura da soja e, conse-

qüentemente, no estabelecimento do agronegócio na região Tropical do País (Fig. 2).



Fig. 2. Soja cultivada em região Tropical.

### Importância da característica: período juvenil longo da soja

Inicialmente, na tentativa de se adaptar a soja para a região Tropical, introduziram-se cultivares tardias da região Sul do Brasil. Entretanto, os resultados foram plantas pequenas e de baixa produtividade em razão do florescimento precoce ocasionado pelos dias menores característicos dos trópicos.

O fator chave que tornou o Cerrado uma região de destaque na produção de soja foi a obtenção de genótipos com período juvenil longo, como na Doko. Esses genótipos começaram a florescer em condições de dias curtos pelo menos após 45 a 50 dias da emergência, permitindo, assim, crescimento de grãos normais, mesmo em condições de fotoperíodo curto.



O período juvenil longo é determinado por um, dois ou mais genes recessivos, mas também é influenciado pelo *background* genético do genótipo (HARTWIG; KIIHL et. al, 1979; TOLEDO; KIIHL, 1982; HINSON, 1989; BONATO, 1989).

A melhor maneira de selecionar genótipos com período juvenil longo é testar populações segregantes em condições de dias curtos (HARTWIG; KIIHL et. al, 1979; TISSELI, 1981).

Os primeiros cruzamentos do Brasil foram feitos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), usando como fonte genótipos de maturação tardia como PI 240664, oriundo das Filipinas; PI 159925 e Santa Maria, oriundos do Peru (MIYASAKA et. al, 1970; HARTWIG; KIIHL, 1979; SPEHAR et. al, 1993).

## Evolução do cultivo da soja no Cerrado

Em razão da grande adaptabilidade, estabilidade e rusticidade da cultivar Doko, iniciou-se, no Cerrado, o processo de cultivo da soja em larga escala. Essa nova realidade abriu espaço para as novas e, inicialmente, raras cultivares produtivas, mas exigentes em fertilidade do solo, tal

como a também importante cultivar FT-Cristalina, da Empresa FT-Sementes. Entretanto, essas novas variedades só podiam ser cultivadas em solos a partir do segundo e terceiro ano de cultivo, ou seja, naquelas áreas onde a cultivar Doko já havia sido estabelecida e, por conseqüência, a fertilidade do solo já estava melhorada e corrigida em características químicas e biológicas ou mais próximas às exigências dessas cultivares.

Conforme citado anteriormente, as tecnologias de correção e adubação do solo e fixação de nitrogênio desenvolvidas pela Embrapa Cerrados e outras instituições tiveram papel importante no estabelecimento da cultura da soja no Cerrado. Informações detalhadas dessas tecnologias podem ser obtidas em Arantes e Souza (1993) e Sousa e Lobato (2002).

Nos primeiros anos da década de 1980, época em que a região do Cerrado brasileiro começava a ser aberta para a agricultura, a Doko e a FT-Cristalina tornaram-se, por vários anos, as cultivares mais plantadas na região e, como conseqüência, no Brasil, pois eram cultivadas do Mato Grosso do Sul até o Maranhão.

Nos dias atuais, mais de 60% da produção nacional de soja encontra-se na região Tropical do Brasil, em especial, no Cerrado (Tabela 1 e Fig. 3).

Além da decisiva participação no desenvolvimento da cultivar Doko, em meados dos anos 1970 e início dos anos 1980, a Embrapa Cerrados, por meio de sua equipe de pesquisa de soja, desenvolveu ou participou da geração de dezenas de cultivares, conforme a Tabela 2.

Mais recentemente, junto à Embrapa Soja, a Embrapa Cerrados teve participação decisiva no desenvolvimento das quatro primeiras cultivares transgênicas da Embrapa para a região Tropical do Brasil (BRS

Valiosa RR, BRS Baliza RR, BRS Silvânia RR e BRS Favorita RR). Essas cultivares foram desenvolvidas em um momento muito importante para os produtores de soja dos Trópicos, pois, caso contrário, ficariam restritos às poucas cultivares transgênicas das empresas multinacionais. As cultivares da Embrapa não só ajudam a elevar a produtividade e segurança das lavouras como também a baixar o custo das sementes com novas características, como foi o caso das "RRs" (tolerantes ao glifosato). Hoje a cultivar BRS Valiosa RR, pela superioridade em relação às outras, é a cultivar transgênica mais cultivada na região Tropical e também no Brasil.

**Tabela 1.** Contribuição da região do Cerrado para a produção brasileira de soja.

Ano	Produção			Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Brasil (mil t)	Cerrado (mil t)	Cerrado (%)	Brasil	Cerrado
1970	1.509	20	1,3	1.144	1.350
1980*	15.156	2.200	14,5	1.727	1.700
1990	19.850	6.977	35,1	1.731	1.540
2000	31.644	15.670	49,5	2.374	2.582
2006	53.838	34.312	<b>63,5</b>	2.424	<b>2.561</b>

\*Surgimento da cultivar Doko.  
Fonte: CONAB (2006).



Fig. 3. Expansão da soja no Brasil.

Na região Tropical, mais de 50 milhões de hectares de pastagens estão degradadas ou em degradação. O cultivo da soja, no sistema de integração lavoura-pecuária, permite a recuperação dessas áreas, além do aumento da produção de grãos e de carne sem a necessidade de desmatar novas áreas.

Com o advento da soja no Cerrado brasileiro, outras culturas - principalmente de uso atual ou com potencial para a agroenergia, como milho, algodão, girassol, cana-de-açú-

car, trigo e feijão (Tabela 3) - puderam ser introduzidas em rotação nas áreas e nos solos com fertilidade já corrigida, com excelentes resultados para o **agronegócio**. O elevado potencial para a **agroenergia** torna a região uma das maiores fronteiras agrícolas do mundo e, sem dúvida, uma referência internacional, sobretudo, para os países tropicais da África e América Latina, muitos dos quais já utilizam tecnologias da Embrapa, em particular, nossas culturas tropicais.

**Tabela 2.** Cultivares desenvolvidas na Embrapa Cerrados e cultivares que contaram com sua participação no desenvolvimento, no período de 1970 a 2006. Também as produções de soja no Cerrado e no Brasil no mesmo período.

Sub-período	Produção			Cultivares de soja criadas no período
	Brasil (mil t)	Cerrados (mil t)	(%)	
1970 a 1979	5.701	227	4	-
1980 a 1985	12.815	3.938	31	Doko, BR9 Savana*, Numbaíra.
1986 a 1990	18.487	7.808	42	Mato Grosso.
1991 a 1995	21.770	10.387	48	Itiquira*.
1996 a 2000	28.766	14.735	51	BRS 217 (Flora)*, BRS 218 (Nina)*, BRS Celeste*, BRS Carla*, BRS Milena*, BRSMT Crixás, Emgopa 315, Emgopa 316, BRS Rosa*, Embrapa 20 (Doko RC).
2001 a 2005	46.722	28.644	61	BRSO Raissa*, BRS Baliza RR*, BRS Pétala*, BRS Silvânia*, BRSO Amaralina*, BRS Serena*, BRSO Indiará*, BRS Raimunda*, BRS Rosa*, BRSMG Liderança, BRSMG Garantia, BRS Valiosa, BRSO Luziânia, BRSO Mineiros, BRSO Caiapônia, BRSMG 251 (Robusta), BRSO Santa Cruz, BRSO Ipameri, BRSO Goiatuba, BRSO Chapadões BRSMG 250 (Nobreza), BRS 204 (Goiânia) BRS Favorita, BRSO Paraíso, BRS Nova Savana,
2006	53.838	34.212	64	BRS Princesa* <sup>1</sup> , BRS Juliana RR* <sup>1</sup> , BRS Gisele RR* <sup>1</sup> , BRS Graciosa* <sup>1</sup> .

Fonte: CONAB (2006).

\*Desenvolvidas pela equipe de soja da Embrapa Cerrados. <sup>1</sup> Em processo de registro e/ou proteção.

**Tabela 3.** Série histórica da produção de culturas no Cerrado (mil toneladas).

Cultura	Cerrado					Incremento (%)**	Brasil 2005/06	Contribuição Cerrado (%)
	1976/77	1980/81	1990/91	2000/01	2005/06			
Soja	635	2.386	8.206	20.790	34.122	5.374	53.838	<b>63</b>
Milho	6.441	5.801	10.953	15.367	19.245	299	42.515	<b>45</b>
Algodão*	559	387	488	1.313	1.599	286	1.686	<b>95</b>
Feijão	1.158	1.082	1.734	1.481	2.145	185	3.471	<b>62</b>
Trigo	28	86	169	137	260	940	4.873	<b>5</b>
Girassol	-	-	-	30	44	-	67	<b>65</b>

\*Caroço

\*\*Em relação a 1976/1977.

Fonte: CONAB (2006).

## Referências

- ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1983. 535 p.
- BONATO, E. R. **Herança do tempo para o florescimento e para a maturidade em variantes naturais de soja (Glicine Max (L.) Merrill)**. 1989. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília, 2006. Disponível em <<http://www.conab.br>>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- HARTWING, E. E.; KIIHL, R. A. S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short day conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 2, p. 145-151, 1979.
- HINSON, K. The selector of a long juvenile trait in cultivar development. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4., 1989, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: AASOJA, 1989. p. 983-987.
- MIYASAKA, S.; GUIMARÃES, G.; KIIHL, R. A. S.; LORADINI, L. A. C.; DEMATTE, J. D. Variedades de soja indiferentes ao fotoperíodo e tolerantes a baixas temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 29, p. 167-174, 1970.
- SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.
- SPEHAR, C. R.; MONTEIRO, P. M. F. O.; ZUFFO, N. L. Melhoramento genético de soja na região do Centro-Oeste. In: ARANTES, N. A.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 230-253.
- TISSELLI JR., O. **Inheritance study of long-juvenile characteristics in soybeans under long and short day conditions**. 1981. Tese (Doutorado) - Mississippi State University, Mississippi.
- TOLEDO, J. E. F.; KIIHL, R. A. S. Análise do modelo genético em controle das características dias para a floração e número de folhas trifolioladas em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 745-755, 1982.
- TOLEDO, J. E. F.; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S.; PANIZZI, M. C. C.; KASTER, M. O.; MIRANDA, L. C.; MENOSSO, O. G. Genetic and breeding. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tropical soybean: improvement and production**. Rome: FAO, 1994. p. 18-36.