

## II Mostra de Resultados de Pesquisa dos Projetos Finalizados em 2006 e 2007

# Mostra de resultados de pesquisa

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

# **Documentos 244**

## **II Mostra de Resultados de Pesquisa dos Projetos Finalizados em 2006 e 2007**

*Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho  
Fernando Antônio Macena da Silva  
Maria Lucia Meirelles  
Eduardo Alano Vieira  
Geraldo Bueno Martha Júnior  
Arminda Moreira de Carvalho  
José Carlos Sousa e Silva*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970 Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879  
<http://www.cpac.embrapa.br>  
[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*  
Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*  
Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Eljani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

*Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

*Shirley da Luz Soares Araújo*

Capa: *Fabiano Marques D. Bastos*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

**1ª edição**

1ª impressão (2009): tiragem 300 exemplares

Edição online (2009)

**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**

---

M916 Mostra de resultados de pesquisa dos projetos finalizados em 2006 e 2007 (2.: 2009: Planaltina, DF).

Trabalhos apresentados na 2ª mostra de resultados de pesquisa dos projetos finalizados em 2006 e 2007, Planaltina, Distrito Federal, setembro 21-23, 2009 / Editado por Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho, [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.

136p. – (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; ISSN online 2176-5081 ; 244).

1. Pesquisa – projetos. 2. Cerrados. I. Oliveira-Filho, Eduardo Cyrino. II. Título.

---

630.7 - CDD 21

© Embrapa 2009

# **Editores Técnicos e Comissão Organizadora**

**Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho**

Biólogo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

[cyrino@cpac.embrapa.br](mailto:cyrino@cpac.embrapa.br)

**Fernando Antônio Macena da Silva**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

[macena@cpac.embrapa.br](mailto:macena@cpac.embrapa.br)

**Maria Lucia Meirelles**

Bióloga, D.Sc.

Pesquisadora da Embrapa Cerrados

[lucia@cpac.embrapa.br](mailto:lucia@cpac.embrapa.br)

**Eduardo Alano Vieira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

[vieiraea@cpac.embrapa.br](mailto:vieiraea@cpac.embrapa.br)

**Geraldo Bueno Martha Júnior**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

gbmartha@cpac.embrapa.br

**Arminda Moreira de Carvalho**

Engenheira Agrônoma, D.Sc.

Pesquisadora da Embrapa Cerrados

arminda@cpac.embrapa.br

**José Carlos Sousa e Silva**

Biólogo, Ph.D.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

jcarlos@cpac.embrapa.br

# Apresentação

Este livro reúne os trabalhos técnico-científicos apresentados na II Mostra de Resultados de Pesquisa da Embrapa Cerrados, evento realizado no período de 21 a 23 de setembro de 2009. Nesse evento, foram apresentados 18 trabalhos que sumarizam os resultados obtidos em 17 projetos de pesquisa conduzidos na Embrapa Cerrados, finalizados em 2006 e 2007.

Na mostra, foram divulgados, discutidos e analisados os impactos científicos e tecnológicos dos resultados obtidos pelos projetos de pesquisa realizados pela Embrapa Cerrados e parceiros. Também foram identificadas novas perspectivas e demandas para as pesquisas na Embrapa Cerrados; além de ter sido estimulada a integração e o intercâmbio de conhecimentos entre profissionais mais experientes e recém-contratados pela Embrapa e estudantes de graduação e pós-graduação.

Os resultados de pesquisa apresentados demonstraram como a Embrapa Cerrados está evoluindo, de forma consistente e eficaz, no cumprimento de sua missão de gerar e viabilizar soluções por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade do Bioma Cerrado, atendendo às necessidades da sociedade brasileira.

*José Robson Bezerra Sereno*

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro Assistidos por Marcadores Moleculares.....	9
Fenotipagem para Tolerância à Seca Visando ao Melhoramento Genético do Trigo no Cerrado .....	19
Diagnóstico Molecular de Nematoides Fitoparasitas no Solo do Cerrado .....	27
Enxofre na Produção de <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia .....	35
Desempenho Bioeconômico da Fase de Cria na Integração Lavoura-Pecuária e em Pastagens Renovadas de Forma Direta na Região do Cerrado.....	42
Efeito da Adubação de Manutenção com Fontes de Fósforo e de Nitrogênio sobre a Produção de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu na Região do Cerrado .....	53
Desenvolvimento de Protocolo de Descontaminação e Controle de Crescimento de Microrganismos Endógenos Visando à Micropropagação de Gemas Laterais de Mangueira ( <i>Mangifera indica</i> L) .....	61
Avaliação da Reação de Genótipos de <i>Panicum maximum</i> e de <i>Pennisetum purpureum</i> aos Patógenos Associados às Folhas, Inflorescências e Sementes.....	67

Indicadores Microbiológicos para Avaliação da Qualidade do Solo e da Sustentabilidade dos Agroecossistemas .....	72
Organização, Tratamento, Armazenamento e Disseminação de Informações Tecnológicas para o Agronegócio na Internet.....	79
Cartografia de Paisagens do Bioma Cerrado e Funcionamento de Solos Representativos .....	86
Mapeamento da Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado .....	95
Fortalecimento do Sistema de Suporte Tecnológico para o Pequeno Produtor Rural no Tocantins.....	100
Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC) .....	107
Avaliação do Comportamento de Frutíferas Nativas do Cerrado Cultivadas com três Níveis de Adubação .....	114
Desenvolvimento e Adaptação de Técnicas de Manejo da Água na Cafeicultura Irrigada em Solos Arenosos do Oeste Baiano.....	121
Fluxos de Nutrientes e Agrotóxicos nos Recursos Hídricos sob Diferentes Usos de Terra na Bacia do Rio Jardim, Distrito Federal...	129

# Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro Assistidos por Marcadores Moleculares

---

*Fábio Gelape Faleiro; Nilton Tadeu V. Junqueira; Marcelo Fideles Braga; José Ricardo Peixoto; Rogério de Sá Borges; Adelise de Almeida Lima; Francisco Ferraz Laranjeira; Luiz Sebastião Poltroniere; Marco Antônio S. Vasconcellos; Marta D. Soares-Scott; Soraya Carvalho B. de Araújo; José de Ribamar N. dos Anjos; Solange Rocha M. de Andrade; Ana Maria Costa; Ciro Scaranari; José Francisco M. Maldonado*

## Introdução

Com o avanço das fronteiras agrícolas no Centro-Norte do Brasil – principal centro de distribuição geográfica do maracujá –, materiais genéticos de grande valor têm sido perdidos. Além da conservação, trabalhos de caracterização de germoplasma de maracujazeiro são fundamentais para subsidiar o uso de novos acessos em programas de melhoramento genético, como porta-enxertos em sistemas de produção de mudas, bem como para diversificar os sistemas produtivos com novos materiais para consumo in natura (maracujá-doce), para uso como plantas ornamentais, funcionais e medicinais.

Com relação ao melhoramento genético, o uso de espécies silvestres tem mostrado grande potencial, principalmente como fonte de genes de resistência a doenças. Nos últimos anos, têm-se observado problemas sérios com várias doenças na cultura do maracujazeiro, as quais depreciam a qualidade do fruto – diminuindo seu valor comercial – e reduzem a produtividade e a longevidade da cultura. O uso de variedades resistentes associado a outras técnicas de manejo integrado é a medida mais eficaz, econômica e ecologicamente correta de controle de doenças. O desenvolvimento de variedades resistentes

a doenças é estratégico e visa à redução de custos de produção, à segurança de trabalhadores agrícolas e consumidores, à qualidade mercadológica, à preservação do ambiente e à sustentabilidade do agronegócio. Para a implementação e o sucesso de programas de melhoramento genético, é necessária a busca e caracterização de germoplasma, a escolha adequada dos genitores, o uso metodologias eficientes de seleção e avanço de gerações e um trabalho bem feito de pós-melhoramento, visando estudar com profundidade a interação genótipo X ambiente e fazer com que os produtos tecnológicos desenvolvidos cheguem até os produtores. Além disso, o uso de germoplasma silvestre como fonte de genes de interesse também exige métodos de melhoramento adequados.

Nos últimos anos, com os avanços da biotecnologia moderna, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas para auxiliar a pesquisa agropecuária, a exemplo dos marcadores moleculares do DNA. Nesse trabalho, esses marcadores foram utilizados na caracterização de germoplasma de maracujazeiro, complementando as características morfológicas e agrônômicas e aumentando o poder de resolução e de análise da variabilidade genética dos acessos. No programa de melhoramento, os marcadores moleculares foram utilizados para aumentar a eficiência de cada etapa do programa e reduzir o tempo gasto no desenvolvimento de novas variedades e híbridos.

Frente ao exposto acima, este trabalho foi proposto com dois objetivos principais: (1) conservação e caracterização de espécies silvestres e comerciais de maracujazeiro nativas e espontâneas no Bioma Cerrado visando à utilização em programas de melhoramento genético, como porta-enxertos visando à resistência a doenças e como plantas ornamentais e medicinais e (2) desenvolvimento de variedades de maracujá produtivas e com resistência múltipla a doenças por meio de programas de retrocruzamentos. Para atingir esses objetivos, marcadores moleculares do DNA foram utilizados como ferramenta auxiliar.

Dessa forma, foi articulada uma equipe multidisciplinar de pesquisadores (biólogos, geneticistas, melhoristas, fitopatologistas,

fitotecnistas e profissionais da área de transferência de tecnologia) e uma rede de instituições. Atualmente, esse grupo de pesquisa, chamado “Maracujá: germoplasma e melhoramento genético”, está consolidado na plataforma lattes do CNPq e sua atuação envolve atividades de pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento do maracujazeiro (Fig. 1). Essa atuação ampla nas atividades de pesquisa e desenvolvimento tem possibilitado a aprovação de vários projetos para atender as crescentes demandas para o maracujazeiro.



Fig. 1. Grupo de pesquisa “Maracujá: germoplasma e melhoramento” e suas principais ações.

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

Os principais resultados do projeto são relatados por Faleiro et al. (2008c) no *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N° 207*, os quais podem ser sintetizados da seguinte forma: resultados relacionados à gestão (reuniões de planejamento e fortalecimento da rede de pesquisa; elaboração de projetos complementares e captação de recursos e organização de publicações técnico-científicas e base de dados); resultados relacionados a atividades de pesquisa (diversidade genética de acessos silvestres e comerciais; obtenção de híbridos interespecíficos e melhoramento genético); resultados relacionados a atividades de desenvolvimento (maracujazeiro azedo, maracujazeiro ornamental, maracujazeiro doce, maracujazeiro funcional-medicinal); e resultados relacionados à transferência de tecnologia.

Uma síntese das soluções tecnológicas e publicações geradas são apresentadas a seguir.

### Soluções tecnológicas

Os resultados dos trabalhos de prospecção, conservação, caracterização e uso de espécies/variedades silvestres e comerciais de maracujazeiro estão sendo de grande importância para a conservação do germoplasma e para subsidiar o uso diversificado do maracujá no melhoramento genético, como porta-enxerto e como plantas ornamentais, funcionais e medicinais. Os resultados dos trabalhos de melhoramento genético têm permitido o desenvolvimento de produtos tecnológicos que estão sendo incorporados aos sistemas de produção, contribuindo para a efetiva redução de perdas na lavoura em virtude da resistência a múltiplas doenças, para a racionalização do uso de insumos agrícolas, para o aumento da produtividade e, conseqüentemente, a redução de custos de produção, garantindo maior competitividade e sustentabilidade da atividade agrícola,

aumento de renda dos beneficiários diretos e da geração potencial de empregos. Além disso, esses produtos tecnológicos vão contribuir para a diversificação dos sistemas de produção com plantas ornamentais, funcionais e medicinais, além de valorar uma biodiversidade essencialmente brasileira. No caso do maracujazeiro-azedo, foram desenvolvidos e testados os híbridos BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado e BRS Ouro Vermelho (Fig. 2). Esses híbridos apresentam como diferencial maior resistência e tolerância a doenças, menor dependência da polinização artificial, maior longevidade, vigor, ótimas qualidades físico-químicas de frutos, além da alta produtividade. Uma parceria forte com a Embrapa Transferência de Tecnologia tem permitido testes desses híbridos em diferentes regiões do Brasil, elaboração de plano de marketing e operacionalização da logística de produção e venda das sementes híbridas. O lançamento oficial desses materiais foi dia 29 de maio de 2008. No caso do maracujazeiro-ornamental, foram desenvolvidos e lançados os híbridos BRS Estrela do Cerrado, BRS Rubiflora e BRS Roseflora. Esses híbridos são alternativas para o mercado de plantas ornamentais, principalmente para ornamentação de áreas médias e grandes como jardins, sobre muros e pérgulas, parques. Além disso, têm apresentado potencial para utilização como porta-enxerto para o maracujazeiro comercial. No caso do maracujazeiro funcional-medicinal, algumas espécies silvestres têm potencial para consumo in natura. Dentro dessa linha, o programa de melhoramento realizado na Embrapa Cerrados tem trabalhado com seleção de populações de *P. setacea*, objetivando o aumento do tamanho do fruto para o mercado de frutas frescas e para a produção de matéria-prima na produção de doces e sorvetes. O produto tecnológico resultante desse trabalho de melhoramento já está registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) como BRS Pérola do Cerrado. Acessos dessa espécie e da *Passiflora tenuifila* estão também sendo avaliados com base em características bioquímicas, toxicológicas e medicinais.



Fig. 2. Principais produtos tecnológicos do projeto. Híbridos de maracujazeiro ornamental lançados em dezembro de 2007 e de maracujazeiro azedo lançados em maio de 2008.

## Publicações geradas

Com relação às publicações geradas, merecem destaque a edição de três livros contando o estado da arte, pesquisas atuais e as perspectivas e demandas para as pesquisas sobre o tema

“germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro”. No livro *Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento*, resultados do projeto assumiram destaque especial no capítulo “Pré-melhoramento: experiências de sucesso”. Também merece destaque a publicação dos dados do projeto. Até o momento, foram publicados 61 resumos e 62 artigos completos em eventos, 29 capítulos de livros, 16 dissertações e teses, 15 artigos completos em periódicos indexados, além de diversos artigos na mídia, poesias, música e outras publicações. Boa parte destas publicações pode ser acessada gratuitamente no site “Maracujá: pesquisa e desenvolvimento” <http://maracuja.cpac.embrapa.br/>. Além das publicações geradas pelo projeto, esse site foi desenvolvido para a publicação das diferentes ações de P&D em maracujazeiro desenvolvidas na Embrapa Cerrados e parceiros, incluindo memoriais descritivos de projetos já realizados, publicações diversas (livros, capítulos de livros, resumos, folders, artigos na mídia, artigos completos, documentos, teses, comunicados técnicos, boletim de pesquisa e desenvolvimento, recomendações técnicas e poesias), palestras, fotos, parcerias, links, produtos tecnológicos e novas demandas para a pesquisa.

## **Conclusões e Perspectivas**

O Projeto Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro Assistidos por Marcadores Moleculares permitiu a obtenção de importantes resultados de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia. Os resultados obtidos nas linhas de prospecção, conservação e caracterização de espécies silvestres e comerciais do maracujá têm sido essenciais e básicos para a realização de pesquisas atuais e futuras visando garantir a sustentabilidade dessa importante atividade agrícola, que ora está ameaçada. Os resultados obtidos no projeto também estão sendo importantes para toda cadeia produtiva do maracujá, envolvendo tanto o pequeno quanto o grande produtor, com impacto positivo para o meio ambiente e para toda a sociedade rural e urbana.

Além disso, podemos dizer que a rede de pesquisa multidisciplinar e interinstitucional está consolidada e atuante na formação de recursos

humanos, na articulação de parcerias para otimização dos recursos financeiros e humanos, para realização de ensaios regionais visando à incorporação de variedades ao sistema produtivo e para auxiliar os trabalhos de validação de tecnologia e difusão dos resultados, subsidiando as importantes e necessárias ações de transferência de tecnologia.

Como perspectivas e para dar continuidade às ações de pesquisa e desenvolvimento, foi elaborado e aprovado no Sistema Embrapa de Gestão um novo projeto intitulado Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro Auxiliados por Marcadores Moleculares – Fase II, com ações previstas para os próximos quatro anos. Projetos complementares também estão sendo elaborados e aprovados em diferentes editais.

## Referências

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SANTOS, E. C.; BRAGA, M. F.; GUIMARÃES, C. T. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 124-127, 2007.

BRAGA, M. F.; SANTOS, E. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, A. A. T. C.; FALEIRO, F. G.; REZENDE, L. N.; JUNQUEIRA, K. P. Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de *Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 284-288, 2006.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: demandas para a pesquisa. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 670 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, R. C. (Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa, 2008a. p. 411-416.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FÁVERO, A. P.; LOPES, M. A. Pré-melhoramento de plantas: experiências de sucesso. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento**: estratégias e desafios. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008b. p. 43-62.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares: resultados de pesquisa 2005-2008**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008c. 58 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 207).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, R. S.; ARAÚJO, S. B.; ANDRADE, S. R. M.; COSTA, A. M.; CASTELLEN, M. S.; VAZ, A. P. A.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; ANDRADE, G. A. BRS Estrela do Cerrado, BRS Rubiflora, BRS Roseflora: híbridos de maracujazeiro para uso como plantas ornamentais. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (Ed.). **Livros e cultivares apresentados no II Encontro da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – Regional DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 44-45.

FONSECA, K. G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PEIXOTO, J. R.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, K. P.; SANTOS, E. C. Análise da recuperação do genoma recorrente em maracujazeiro-azedo com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 145-153, 2009.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; RAMOS, J. D.; BRAGA, M. F.; SOUZA, L. S. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 191-196, 2008.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; RAMOS, J. D.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Variabilidade genética de maracujá suspiro (*Passiflora nitida* Kunth.) com base em marcadores moleculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 571-575, 2007.

JUNQUEIRA, N. T. V.; LAGE, D. A. C.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, T. A.; ANDRADE, S. R. M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas de passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, 2006.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, R. S.; ARAÚJO, S. B.; ANJOS, J. R. N.; ANDRADE, S. R. M.; COSTA, A. M.; LIMA, A. A.; LARANJEIRA, F. F.; POLTRONIERE, S. L.; VASCONCELLOS, M. A. S.; SCARANARI, C.; MALDONADO, J. F. M. BRS Sol do Cerrado, BRS Ouro Vermelho e BRS Gigante Amarelo: híbridos de maracujazeiro azedo para sistemas de produção no Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (Eds.) **Livros e cultivares apresentados no II Encontro da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – Regional DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 46-47.

MARACUJÁ: pesquisa e desenvolvimento. Disponível em: <<http://maracuja.cpac.embrapa.br/>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

## Participantes do Projeto

Fábio Gelape Faleiro; Nilton Tadeu Vilela Junqueira;  
Marcelo Fideles Braga; José Ricardo Peixoto;  
Rogério de Sá Borges; Adelise de Almeida Lima;  
Francisco Ferraz Laranjeira; Luiz Sebastião Poltroniere;  
Marco Antônio S. Vasconcellos; Marta Dias Soares-Scott;  
Soraya Carvalho Barrios de Araújo; José de Ribamar N. dos Anjos;  
Solange Rocha Monteiro de Andrade; Ana Maria Costa;  
Ciro Scaranari; José Francisco Martinez Maldonado.

# Fenotipagem para Tolerância à Seca Visando ao Melhoramento Genético do Trigo no Cerrado

---

*Walter Quadros Ribeiro Junior*

*Auri Fernando de Moraes*

*Maria Lucrecia Gerosa Ramos*

## Introdução

O Brasil tem produzido, em média, 50 % dos 10 milhões de toneladas que consome, tendo de importar, portanto, cerca de 5 milhões de toneladas. Uma das épocas de plantio no Cerrado seria no final da estação chuvosa e após o cultivo principal (chamada safrinha), pois exige menor investimento e baixa utilização de insumos. No entanto, por ser um cultivo de sequeiro, tem sofrido estresse hídrico, o que, entre outros fatores, tem limitado drasticamente a produtividade. A viabilização da triticultura na região do Cerrado em cultivo de sequeiro depende, portanto, da obtenção de genótipos tolerantes à seca. Para se incorporar novos materiais com essa característica aos programas de melhoramento, é imprescindível uma fenotipagem confiável.

Os objetivos do programa de fenotipagem para tolerância à seca visando ao melhoramento genético de trigo para a região do Cerrado são: avaliar coleções de germoplasma de trigo disponíveis sob condições de déficit hídrico para caracterizar a diversidade genética existente; identificar as melhores fontes para tolerância à seca; identificar possíveis mecanismos relacionados com a tolerância à seca nos vários genótipos; e selecionar germoplasma promissor para uso em programas de melhoramento de trigo de sequeiro para a região do Cerrado.

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

### Avaliação preliminar de genótipos de trigo para tolerância à seca em condições de safrinha

Durante o período de safrinha em 2005, foram testados, em um ensaio com três épocas de semeadura, visando obter estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, 152 genótipos, no sítio experimental de Planaltina, DF. Todos os genótipos testados apresentaram rendimento inferior à cultivar Aliança em condições de estresse hídrico, a qual foi incluída em três tratamentos analisados de forma independente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Rendimento (Kg/ha) em genótipos de trigo testados em condições de seca em três épocas de semeadura com escalonamento de 10 dias, em condições de safrinha. Planaltina, DF, 2005. <sup>1</sup> Médias dos genótipos testados excluídos (Rendimento inferior a 1.526 Kg/ha). <sup>2</sup> Média dos genótipos testados (64 genótipos) <sup>3</sup> Testemunhas.

Genótipo	Rendimento Época 1	Rendimento Época 2	Rendimento Época 3	Média
Genótipos Exc.1	1.400,38	939,22	941,45	1.093,68
Média <sup>2</sup>	1.843,85	1.406,24	1.328,08	1.526,06
BR18 <sup>3</sup>	1.545,71	2.020,00	1.958,42	1.841,38
BRS208 <sup>3</sup>	1.343,75	1.858,69	2.454,45	1.885,63
BH 1146 <sup>3</sup>	2.584,24	1.648,75	1.571,61	1.934,87
PF 50003	2.011,83	2.381,19	1.413,04	1.935,35
PF 500017	1.471,25	3.020,68	1.409,86	1.967,26
PF 23056A	1.843,07	2.846,86	1.998,30	2.229,41
PF 500014	2.086,32	3.325,49	1.338,68	2.250,16
PF500015	3.937,69	2.354,38	647,63	2.313,23
PF 50004	2.271,95	2.288,75	2.386,56	2.315,75
PF 500018	3.671,95	1.518,75	1.883,09	2.357,93
Embrapa 21 <sup>3</sup>	2.771,99	2.491,25	2.147,15	2.470,13
Aliança <sup>3</sup>	2.470,36	2.194,60	3.024,11	2.563,02
Aliança <sup>3</sup>	2.058,18	2.500,00	3.273,17	2.610,45
Aliança <sup>3</sup>	2.710,42	2.942,70	2.366,56	2.673,23

O status de água foi avaliado medindo-se o conteúdo de água no solo (Fig. 1) pelo método gravimétrico, comparado com a curva de retenção de água no solo (Fig. 2). A curva característica de retenção de água desse solo indica conteúdo de água de 0,49 ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ), na condição de capacidade de campo (8 kPa), e 0,24 ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ), na condição de ponto de murcha permanente (1.500 kPa), indicando uma capacidade de retenção de água de 13 %. Esses solos, apesar de argilosos, são considerados de baixa retenção de água, pois retêm em média de 1 mm a 1,2 mm de água por centímetro de solo. Isso determina a necessidade de irrigações frequentes para manter a camada superficial do solo, ocupada pelo sistema radicular, com umidade adequada ao desenvolvimento de trigo. Considerando o conteúdo crítico de água no solo observado na Fig. 2, a data de emergência e a evolução fenológica do trigo ao longo do ciclo, pode-se determinar que, nas três épocas de semeadura, o estresse hídrico ocorreu inicialmente no perfilhamento e predominantemente durante o enchimento de grãos (Fig.1). O principal critério para seleção dos melhores genótipos foi o rendimento, sob condições de estresse hídrico. Todos os genótipos testados nesses ensaios tiveram performance inferior à testemunha Aliança, sob condições de seca.

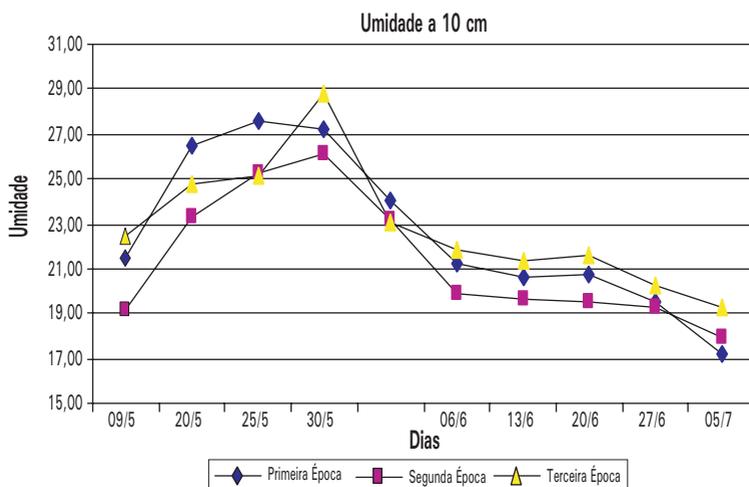
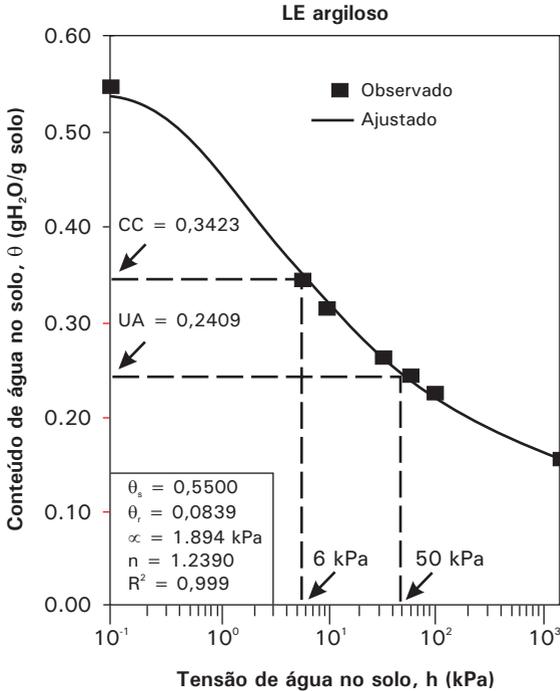


Fig. 1. Conteúdo de água no solo (g água/100 g solo) utilizando o método gravimétrico a 10 cm de profundidade.

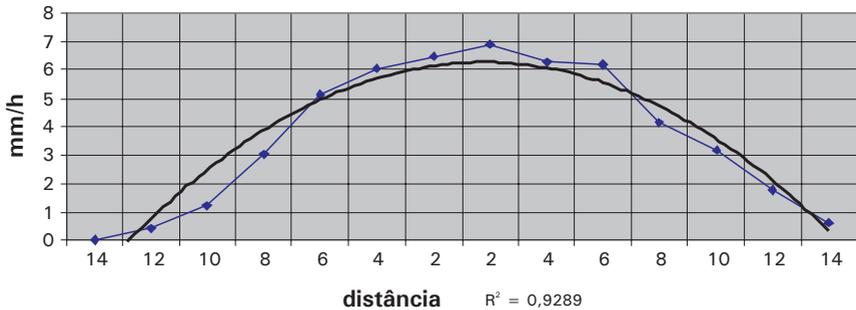


**Fig. 2.** Curva de retenção de água no solo obtida em Planaltina, DF, em um Latossolo Vermelho-Escuro.

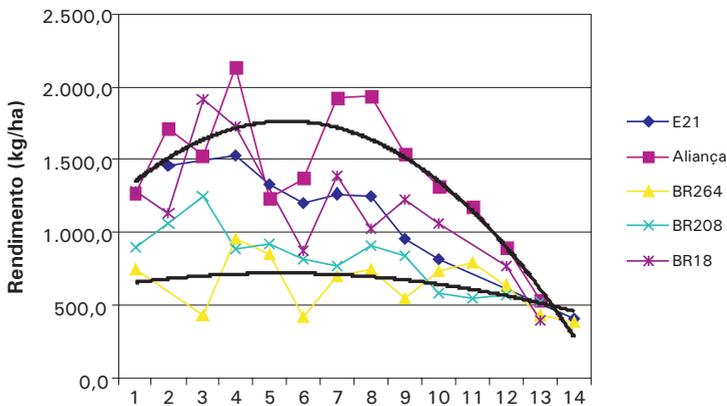
## Experimentos em condições de campo sob irrigação, com controle de estresse hídrico em trigo

Em 2005, no sítio de Planaltina, DF, um experimento preliminar foi conduzido no período de inverno, com controle total da água, utilizando o sistema denominado *line source*, que cria gradientes de umidade (Fig. 3). Esse experimento objetivou caracterizar genótipos conhecidos e testar o melhor esquema experimental a ser adotado, e consistiu de vários níveis de lâmina de água sob irrigação utilizando-se poucos genótipos de comportamento conhecido para testar e adequar a metodologia. Um total de 270 mm de água foi aplicado em aproximadamente 120 dias de ciclo de trigo no tratamento sem estresse; além disso, diferenças no nível de água foram observadas à direita e à esquerda do sistema de irrigação (Fig. 4). O estresse hídrico foi aplicado no início do perfilhamento. Com 270 mm de lâmina de água durante o ciclo, foi possível obter rendimento superior a 2.000 kg/ha no melhor tratamento de nível de água sob irrigação. Os melhores genótipos,

cultivares Aliança e Embrapa 21, em condições de estresse hídrico no período de safrinha, também apresentaram o melhor desempenho durante o período de inverno em sistema com diferentes níveis de água. Esses resultados indicam que a seleção para tolerância à seca durante o período de inverno utilizando essa metodologia pode ser útil no programa de melhoramento objetivando o cultivo de safrinha.



**Fig. 3.** Lâmina total de água aplicada (0 mm/hora a 8 mm/hora) em sistema com diferentes níveis de irrigação no trigo, durante o experimento de campo de inverno em 2005. A quantidade total de água aplicada no melhor tratamento foi de 270 mm em 120 dias de ciclo, até 14 m dos aspersores centrais.



**Fig. 4.** Rendimento de grãos de trigo (0 a 2.000 kg/ha) em sistema com diferentes níveis de irrigação, observando-se as linhas de tendência, apenas para os materiais contrastantes.

O estresse hídrico foi aplicado no início do período de perfilhamento. Nesse experimento, o estresse hídrico foi determinado medindo-se a quantidade de água aplicada nos oito níveis de irrigação e o conteúdo de água no solo, para comparação com a curva de retenção de água no solo obtida na Fig. 2. Avaliação visual permitiu reconhecer alguns genótipos tolerantes e sensíveis à seca, como pode ser observado nas Fig. 5 e 6.

Em 2006, novos genótipos foram incorporados ao *line source*, e novamente o Aliança se destacou, surgindo ainda novo genótipo tolerante (PF020037), que visivelmente apresentou crescimento vigoroso com stress (Fig. 5), sendo identificados mais dois genótipos sensíveis: PF020062 e PF2321A (Fig. 6).



**Fig. 5.** Genótipo de trigo (PF 020037) tolerante ao estresse hídrico.



**Fig. 6.** Genótipo de trigo (PF 23201A) sensível ao estresse hídrico avaliado em sistema com diferentes níveis de água.

## Tecnologias geradas

Foram identificadas cultivares tolerantes à seca: Aliança e PF 020037.

Os genótipos PF020062, PF023201A e BRS264 foram consistentemente sensíveis à seca.

A fenotipagem utilizando níveis de irrigação (*line source*) plantado no inverno é útil na fenotipagem com esse fim, visando ao plantio em safrinha.

## Conclusões e Perspectivas

### Principais conclusões

Houve variabilidade entre os genótipos de trigo testados para o caráter tolerância à seca.

Foi identificada a cultivar Aliança como destaque para cultivo no período de safrinha, assim como no plantio de inverno sob condições de stress hídrico. Isso sugere que a seleção, mesmo no inverno, pode ser útil na safrinha.

Obteve-se um genótipo (PF 020037) que, por ter se destacado pela tolerância à seca, deve ser intensificado nos cruzamentos para os períodos de safrinha no Cerrado, sendo que o provável mecanismo de tolerância é a cerosidade produzida em toda planta.

Os genótipos PF020062, PF023201A e BRS264 foram consistentemente sensíveis à seca.

Cruzamentos entre Aliança ou PF020037 e PF020062 ou PF023201A poderiam ser úteis em um trabalho de mapeamento.

A fenotipagem utilizando níveis de irrigação (*line source*) plantado no inverno é útil na fenotipagem com este fim, para plantio em safrinha.

### Perspectivas

Esse trabalho de fenotipagem é parte inicial e importante de um trabalho amplo de melhoramento de trigo, que poderá contribuir para

a viabilização da cultura sob regime de sequeiro no Cerrado, com consequente diversificação do agronegócio da região. Serão testadas e classificadas metodologias de fenotipagem que mais se correlacionem com tolerância à seca no Cerrado e serão identificados genótipos para pronta utilização em programas de melhoramento para trigo de sequeiro.

A utilização futura de seleção recorrente terá como principal objetivo concentrar genes favoráveis para adaptação de trigo na semeadura de sequeiro no Cerrado, proporcionando populações bem caracterizadas e com elevada expressão de resistência à seca para o desenvolvimento de linhagens. O sucesso de um programa de melhoramento que tenha como estratégia seleção recorrente depende fortemente da escolha correta dos materiais que comporão o dialelo inicial, objetivando assegurar ampla variabilidade genética e máxima expressão dos caracteres relacionados com resistência à seca.

A disponibilização de fontes de tolerância à seca devidamente caracterizadas para as condições de Cerrado potencializa a geração de novas cultivares de trigo adequadas às necessidades dos produtores dessa região tritícola. Espera-se que o conhecimento proporcionado facilite a aplicação de métodos de melhoramento genético de trigo para a região, principalmente no que diz respeito à seleção de parentais para cruzamentos e geração de variabilidade. A tolerância à seca é uma característica fundamental a ser considerada no lançamento de novas cultivares de trigo para o cultivo de safrinha nessa região. Adicionalmente, os resultados obtidos contribuirão para subsidiar uma agricultura sustentável na região do Cerrado e para abrir novas fronteiras do conhecimento científico em áreas prioritárias para a agricultura brasileira.

## **Participantes do Projeto**

Walter Quadros Ribeiro Júnior; Auri Fernando de Moraes;  
Maria Lucrecia Gerosa Ramos; Fernando Antônio Macena da Silva;  
Antonio Fernando Guerra; Omar Cruz Rocha;  
Renato Fernando Amabile; Márcio Só e Silva.

# Diagnóstico Molecular de Nematoides Fitoparasitas no Solo do Cerrado

*Maria Cristina Rocha Cordeiro*

*Ravi Datt Sharma*

## Introdução

Os solos do Cerrado brasileiro apresentam diferentes espécies de fitonematoides que causam severos danos sanitários a diversas culturas agrônômicas (COSTA MANSO; TENENTE, 1994; ASMUS et al, 2003; TORRES et al., 2006; ASMUS; INOMOTO, 2007). Entre as espécies que mais ocorrem, estão o *Meloidogynes incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis* e o *Pratylenchus brachyurus*. O diagnóstico do nematoide é fundamental para tomada de medidas fitossanitárias de controle. Hoje, esse diagnóstico no Brasil ainda é realizado por meio de metodologias tradicionais de identificação morfológica do nematoide. Porém essas metodologias exigem um profissional altamente capacitado, além de exigirem um tempo bastante longo, pois, muitas vezes, para reconhecer uma dada espécie, há necessidade de se observar vários espécimes – o que dificulta o trabalho. Com o objetivo de superar as dificuldades do diagnóstico morfológico, vêm sendo adotadas metodologias moleculares. Essas metodologias objetivam selecionar marcas que funcionem como um código de barras específico para cada espécie de nematoide (DE LEY et al, 2005).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer um diagnóstico molecular para a identificação específica dos fitonematoides *Meloidogynes incognita*,

*M. javanica*, *M. arenaria*, *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis* e o *Pratylenchus brachyurus*.

## Nematoides

Os nematoides supra citados foram multiplicados em plantas hospedeiras adequadas conforme espécie, sob condições de casa de vegetação. Os juvenis foram obtidos segundo a técnica descrita por Sharma (1985), coletados e contados em câmara de Peters para a extração do DNA (amostra monoespecífica). Os exemplares de *P. brachyurus* adultos e aqueles das amostras testes de solo infestado e solo contendo somente nematoides de vida livre foram isolados segundo a técnica descrita por Coolen (1979) modificada. Os *P. brachyurus* foram identificados com uso de microscópio ótico e coletados manualmente. Os nematoides presentes no solo das amostras testes e das amostras controle de nematoides de vida livre presente nos solos de plantas não infestadas foram contados e utilizados para a extração do DNA.

### Extração do DNA dos nematoides

O DNA dos nematoides foi extraído segundo a técnica descrita por Blacke et al (1992) e Fallas et al (1996) com modificações, quantificado e analisado em sua integridade.

### Amplificação e Análise de Fragmentos específicos

A obtenção de fragmentos potencialmente específicos dos nematoides estudados deu-se a partir de *primers* específicos selecionados em reação de *Polymerase Chain Reaction* (PCR), analisados em gel de agarose a 2 % em TBE (Tris-Borato 100 mM, pH 8,3; EDTA 2 mM), corado com brometo de etídio (0,5 µg/ml) (SAMBROOK et al., 1989), e fotodocumentados no sistema EDAS 120, kodak. A sensibilidade da amplificação dos fragmentos foi analisada em amostras contendo diferentes concentrações de DNA de cada espécie, observado em gel de agarose corado com brometo de etídio.

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

Para o estabelecimento do diagnóstico molecular de nematoides fitoparasitas sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo, foram selecionadas sequências gênicas descritas e depositadas no banco de dados do *National Centre of Biotechnological Information* (NCBI - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/index.html>). As sequências gênicas selecionadas foram analisadas com ferramentas de bioinformática do tipo Clustal W, e *primers* específicos foram desenhados em regiões diferenciais.

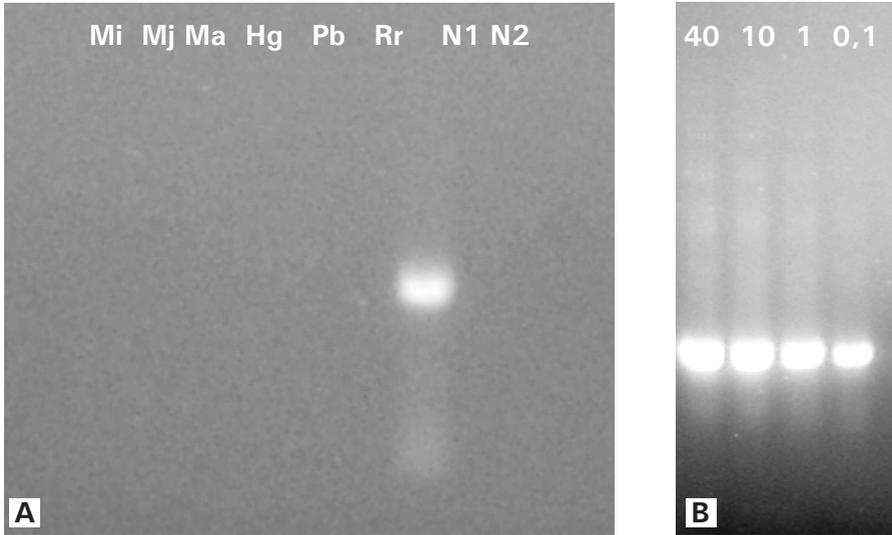
Em 69 % dos pares de *primers* desenhados, foi possível amplificar de forma reprodutível 4, 3, 2 e 6 fragmentos espécie-específicos para os nematoides *H. glycines*, *R. reniformis*, *P. brachyurus* e o gênero *Meloidogynes*, respectivamente. Adicionalmente, foram identificados 3 e 1 fragmentos específicos e reprodutíveis em uma amostra de *P. jaheni* e *P. zaeae*, respectivamente, diferentes dos fragmentos identificados para o *P. brachyurus*. Um par de *primer* amplificou um fragmento reprodutível somente em amostras de *M. javanica* e *M. arenaria*, e um outro fragmento somente na amostra de *M. javanica*. Esses últimos resultados demonstram que a identificação molecular específica, a partir de sequências gênicas, também pode ser utilizada na diferenciação entre espécies do mesmo gênero.

Todos os pares de *primers* selecionados neste trabalho têm potencial para identificar especificamente as espécies estudadas em nível molecular. Três evidências devem ser consideradas para isso: (1) os fragmentos foram amplificados com uma temperatura de anelamento específica; (2) os resultados foram analisados em duas amostras diferentes, de ensaios diferentes e, em pelo menos, duas populações diferentes; e (3) os *primers* selecionados não amplificaram nenhum fragmento similar relacionado com DNA de outras espécies e de nematoides de vida livre. Para as espécies de *P. brachyurus*, *R. reniformis* e *H. glycines*, tendo sido os *primers* analisados em apenas

duas populações diferentes, esse número deve ser expandido para que haja maior confiabilidade do teste diagnóstico em projeto vigente. Em especial, um dos pares de *primers* que apresenta um reconhecimento positivo para o *P. brachyurus* e o *R. reniformis* é muito interessante, pois esse único par de *primer* pode reconhecer, ao mesmo tempo, duas espécies de nematoides fitoparasitas em uma só reação. E esses fragmentos podem ser perfeitamente distinguíveis em gel de agarose. Os prováveis fragmentos que reproduzem em mais de uma amostra de *M. javanica* e um outro em amostras de *M. javanica* e *M. arenaria* também devem ser validados em outras populações. Entre esses últimos fragmentos, pode haver uma possibilidade de que seja um marcador específico para *M. javanica*. Outras espécies do gênero *Meloidogynes* devem ser testadas, principalmente aquelas que ocorrem no Brasil, como observado na última validação.

Com o objetivo de obter um diagnóstico molecular qualitativo e quantitativo, procedeu-se a ensaios de forma a estabelecer uma relação quantitativa. Em uma primeira abordagem, foi investigado se a relação entre a concentração do DNA extraído era linear em relação à quantidade de nematoides na amostra. Logo, constatou-se que essa relação não é linear. Esse resultado deveu-se talvez ao fato de a metodologia de extração utilizada ser muito eficiente, mas inversamente proporcional à quantidade de nematoides na amostra. Assim, foi avaliada a sensibilidade de detecção para cada fragmento potencialmente espécie-específico selecionado. O nível de detecção obtido em geral para a maior parte dos *primers* foi igual a 10 ng de DNA total na amostra. Para o *R. reniformis* e o *H. glycines*, os resultados de sensibilidade de detecção dos fragmentos variaram. Foram obtidos pares de *primers* cuja sensibilidade é bastante alta, demonstrada quando se variou a concentração do DNA inicial na reação do PCR (1 a 0,1 ng) (Fig. 1). Por outro lado, outros *primers* apresentam uma sensibilidade baixa (40 ng). E, ainda, alguns que foram detectados de forma intermediária (10 ng). Essas diferenças de sensibilidade

podem ser explicadas de duas maneiras: (1) a sequência gênica amplificada pelo par de *primer* é mais abundante no genoma ou (2) a temperatura utilizada na amplificação favoreceu mais o anelamento na sequência, aumentando a eficiência da amplificação.



**Fig. 1.** Fragmento específico para o nematoide *R. reniformis* (A). Nível de detecção em nanogramas de DNA do fragmento específico para o *R. reniformis* (B).

Os fragmentos estudados foram avaliados em amostras testes, isto é, amostras de nematoides isolados de solo infestado. O resultado demonstrou que os *primers* potencialmente específicos selecionados são capazes de identificar DNA de nematoides fitoparasitas em amostras desconhecidas e heterogêneas (mais de um nematoide). A detecção observada obedeceu à sensibilidade obtida nas amostras mono específicas. Esse resultado permite utilizar esse diagnóstico como rotina laboratorial para análise de amostras desconhecidas, uma vez que foi validado.

Em geral, um valor de concentração de DNA na reação do PCR é fixado, e essa quantidade, portanto, pode ser relacionada a

100 % de DNA para uma espécie de fitonematoide, se a amostra é monoespecífica. Se a amostra é heterogênea (fitonematoides e nematoides de vida livre), a quantidade de DNA do fitonematoide representará um percentual da amostra total. A partir desse percentual e da determinação da concentração do fragmento específico amplificado, é possível conhecer o valor total da população no solo que deve-se extrair, desde que haja uma padronização e validação prévia. Essa padronização e validação estão sendo realizadas em um projeto atual que está utilizando PCR quantitativa. Dessa maneira, é possível estabelecer um diagnóstico molecular específico para fitonematoides. Assim, esse diagnóstico poderá ser utilizado como rotina laboratorial, facilitando a emissão de laudos de ocorrência nematológica.

## Conclusões e Perspectivas

Sessenta e nove por cento dos *primers* espécie-específicos desenhados para amplificar fragmentos em amostras de DNA dos nematoides *P. brachyurus*, *R. reniformis*, *H. glycines* e *Meloidogyne* spp. foram positivos. A especificidade desses fragmentos está baseada na temperatura de anelamento utilizada na amplificação, na reprodutibilidade da amplificação inter e intra amostras de diferentes populações e na não detecção em amostras de DNA de nematoides de vida livre. No entanto são necessárias duas validações: (a) o sequenciamento dos fragmentos que comprove a amplificação da região gênica apropriada; e (b) a amplificação em 10 a 30 populações diferentes de cada nematoide. Essas validações estão sendo realizadas em um projeto vigente.

Com respeito à avaliação quantitativa de amostras desconhecidas, é possível uma estimativa baseando-se na relação da concentração de cada fragmento amplificado analisada em PCR quantitativa, no percentual do DNA do nematoide identificado em amostras mistas e na quantidade real de nematoides totais na amostra de solo infestado. Essa análise também está sendo realizada em projeto vigente.

O presente trabalho apontou ao menos dois *primers* que devem ser mais bem estudados com o objetivo de diferenciar espécies do nematoide *Pratylenchus* spp.. Essa última análise também está sendo realizada no projeto vigente.

## Referências

- ASMUS, G. L.; RODRIGUES, E.; ISENBERG, K. Danos em soja e algodão associados ao nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 267, 2003. Edição de Resumos do XXIV Congresso Brasileiro de Nematologia, Petrolina, PE, jul. 2003.
- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. Manejo de nematóides. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado Brasileiro**. Brasília, DF. Abrapa. Cap. 15. p. 551-580, 2007.
- BLACKE, M. C.; DUREAU, N. M.; PUTERKA, G. J.; NECHOLS, J. R.; PETTORINI, J. M. Use of random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction (RAPD-PCR) to detect DNA polymorphisms in aphids (Homóptera:Aphididae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 82, p. 151-159, 1992.
- COOLEN, W. A. Methods for the extraction of *Meloidogyne* spp. And other nematodes from roots and soil. In: LAMBERTI, F.; C. E. TAYLOR (Eds.). *Root-knot nematodes (Meloidogyne species): systematics, biology and control*. London: Academic Press, 1979. p. 317-329, 1979.
- COSTA MANSO, E.; TENENTE, R. V. Extração e identificação de fitonematoides. **RAPP**, vol. II, p. 265-291, 1994.
- DE LEY, P.; DE LEY, IT; MORRIS, K; ABEBE, E; MUNDO-OCAMPO, M; YODER, M; HERAS, J; WAUMANN, D; ROCHA-OLIVARES, A; BURR, AHJ; BALDWIN, JG & THOMAS, W. K. An Integrated Approach to Fast and Informative Morphological Vouchering of Nematodes for applications in Molecular Barcoding. **Phil. Trans. R.Soc. B**, 360:1945-1958, 2005.
- FALLAS, G. A.; HAHN, M. L.; FARGETTE, M.; BURROWS, P. R.; SARAH, J. L. Molecular and biochemical diversity among isolates of *Radopholus* spp. From different areas of the world. **Journal of Nematology**, v. 28, n. 422-430, 1996.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATIS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. New York: Cold Spring Harbor Laboratory - press, Cold Spring Harbor, 1989.
- SHARMA, R. D. Comparação de métodos para coletar ovos de *Meloidogyne* spp. de raízes, incluindo uma nova técnica. In: NEMATOLOGIA BRASILEIRA, 15., Planaltina, DF. **Resumos**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 1985. p. 184, 1985.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M.; REHN, V. N. C.; SALES JUNIOR, R. Estudo morfológico, fisiológico e enzimático de uma população de *Rotylenchulus reniformis* associada a *Cucumis melo*. **Caatinga** (Mossoró), v. 19, p. 350-359, 2006.

## Participantes do Projeto

Maria Cristina Rocha Cordeiro; Ravi Datt Sharma.

# Enxofre na Produção de *Panicum maximum* cv. Tanzânia

---

Lourival Vilela

Geraldo Bueno Martha Jr.

Djalma Martinhão Gomes de Souza

## Introdução

A pecuária no Cerrado baseou-se, por muitos anos, na exploração de pastagens nativas. Nas três últimas décadas, o crescimento acentuado do rebanho bovino e o incremento de até cinco vezes na capacidade de suporte das pastagens deveram-se ao aumento de área com gramíneas forrageiras, provenientes do continente africano, especialmente as do gênero *Brachiaria* e o *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

Estabelecidas sem adubação ou com o efeito residual de modestas adubações da cultura do arroz, sem adubação de manutenção e submetidas a manejo inadequado, extensas áreas dessas pastagens encontram-se em variados graus de degradação.

Estudos realizados nos últimos anos indicaram que a deficiência de enxofre no solo está entre as causas da perda da capacidade produtiva das pastagens no Cerrado. O enxofre é um elemento essencial, tanto para as plantas como para os animais. Dessa forma, quando a disponibilidade desse nutriente no solo é limitante às exigências da planta forrageira, a produtividade, o valor nutritivo e a digestibilidade da forragem, bem como o desempenho do animal em pastejo, diminuem.

Dessa maneira, em solos com baixos teores de S, pode-se esperar que adubações com enxofre resultem em incrementos na produção das

gramíneas forrageiras tropicais (MCCLUNG; QUINN, 1959; FREITAS; JORGE, 1982; PAIVA et al., 1994; SOUSA et al., 2001). Além disso, a fonte utilizada de S tem efeito sobre a velocidade de resposta da planta forrageira ao S proveniente do adubo. O estudo de McClung e Quinn (1959), por exemplo, mostrou que, nos três primeiros cortes após a adubação, a produção de forragem no tratamento com S elementar foi menor do que nas situações em que o sulfato de cálcio ou sulfato de sódio foram utilizados. Ademais, efeitos positivos da adubação com enxofre sobre o valor nutritivo e a digestibilidade da forragem – o que melhora o desempenho animal – também têm sido observados (QUINN et al., 1961; BUTTREY et al., 1987; PAIVA; NICODEMO, 1994).

Ressalta-se, ainda, que a resposta das pastagens ao S é mais evidente quando as adubações com outros nutrientes, particularmente com nitrogênio, são realizadas (MCCLUNG; QUINN, 1959; FREITAS; JORGE, 1982; MITCHELL; BLUE, 1989). A resposta da planta forrageira ao S também depende da espécie. Para *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* cv. Marandu e *Paspalum notatum*, as melhores respostas na produção de forragem parecem se situar ao redor de 30 a 40 kg/ha/ano de S (MCCLUNG; QUINN, 1959; SOUSA et al., 2001). Para *Panicum maximum*, adubações com 60 a 80 kg/ha/ano são necessárias para obtenção das respostas máximas (HADDAD, 1983; FREITAS; NICODEMO, 1982).

Desse modo, é evidente que a adubação com S é fator importante para garantir elevada produtividade e economicidade aos empreendimentos de pecuária a pasto. Fica claro, também, que mais estudos são necessários para determinar a dose e a fonte de S a serem utilizadas nessas adubações. Nesse contexto, este experimento tem o objetivo de avaliar o comportamento de doses e fontes de enxofre na produção de *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

Com o objetivo de avaliar a eficiência de fontes de enxofre (S) na produção de forragem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, foi conduzido, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, um experimento de campo em um Latossolo típico do Cerrado. As fontes de enxofre em avaliação são: superfosfato triplo + S (TSP+S); fosfato monoamônio + S (MAP+S);

e cloreto de potássio + S (KCl+S). As fontes de S utilizadas como referência foram o S elementar (S<sup>o</sup>) e o gesso, ambas em pó.

Com relação a alguns dos aspectos experimentais, em setembro de 2002, depois que a área para instalação do experimento foi selecionada, amostras de terra foram coletadas para caracterização química do solo. No dia 29 de outubro de 2002, o calcário foi aplicado a lanço, com posterior incorporação ao solo com grade pesada, com o objetivo de elevar a saturação por bases para 60 % (4,3 t/ha PRNT 100 %). Nessa mesma época, 100 kg/ha de FTE BR12 foram distribuídos a lanço na superfície do solo e incorporados ao solo junto com o calcário. Posteriormente, o terreno foi nivelado com grade niveladora.

Os fertilizantes dos tratamentos (Tabela 1) também foram distribuídos a lanço e incorporados por meio de gradagem, em 29 de novembro de 2002. Para nivelar as quantidades de nitrogênio (31,6 kg/ha), fósforo (250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) e potássio (198,9 kg/ha), entre os tratamentos foram aplicados nitrato de amônio, termofosfato Yoorin Master 1 e cloreto de potássio, respectivamente.

**Tabela 1.** Tratamentos propostos para a avaliação de fontes de enxofre.

Trat.	Fonte	Dose de enxofre	Adicionado via tratamentos			Nivelamento		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sup>(1)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(2)</sup>	K <sub>2</sub> O <sup>(3)</sup>
-----kg/ha-----								
1*	-	0	0	0	0	31,6	250	198,9
2	Gesso em pó	10	0	0	0	31,6	250	198,9
3	Gesso em pó	20	0	0	0	31,6	250	198,9
4	S <sup>o</sup> em pó	10	0	0	0	31,6	250	198,9
5	S <sup>o</sup> em pó	20	0	0	0	31,6	250	198,9
6	KCl - 5 % S	10	0	0	99,4	31,6	250	99,4
7	KCl - 5 % S	20	0	0	198,9	31,6	250	0
8	TSP - 7 % S	10	0	54,4	0	31,6	195,6	198,9
9	TSP - 7 % S	20	0	108,9	0	31,6	141,1	198,9
10	MAP - 7 % S	10	15,8	62	0	15,8	188	198,9
11	MAP - 7 % S	20	31,6	124,1	0	0	125,9	198,9
12*	Gesso em pó	40/anual	0	0	0	31,6	250	198,9

\* Tratamentos adicionais.

Fontes: <sup>(1)</sup>Nitrato de amônio; <sup>(2)</sup>Termofosfato Yoorin Master 1; e <sup>(3)</sup>KCl.

O delineamento experimental foi um fatorial compreendendo fontes e doses de S distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições, com dois tratamentos extras. As parcelas são de 4 m x 5 m, com área útil de 4 m<sup>2</sup> (2 m x 2 m). A semeadura foi feita em linhas espaçadas de 50 cm no dia 5 de dezembro de 2002. Cinco semanas depois da emergência das plantas, observada em 9 de dezembro de 2002, foram aplicados 70 kg/ha de N, na forma de nitrato de amônio.

A produção de forragem foi avaliada mediante cortes efetuados a 20 cm do nível do solo e subsequente secagem da amostra para estimar a massa seca de forragem (matéria seca). Foram realizados três cortes no primeiro ano e quatro cortes no segundo ano.

Os tratamentos foram novamente aplicados às respectivas parcelas, para determinar o comportamento das fontes de S listadas na Tabela 1, quando aplicadas em superfície e sem incorporação. No terceiro ano, foram feitos quatro cortes, e, no quarto ano, três cortes.

A reposição de N e K, depois de cada corte, foi de 60 kg/ha de N e de 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. As fontes de N e K utilizadas foram o nitrato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente.

A eficiência agrônômica das fontes de enxofre foi quantificada a partir da produção de matéria seca (PMS), tendo como referência o gesso e expressa por meio do índice de eficiência agrônômica (IEA):  $IEA = (PMS \text{ com fonte de S} - PMS \text{ da testemunha} \times 100) / PMS \text{ com gesso} - PMS \text{ da testemunha}$ .

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

A análise estatística indicou diferenças significativas entre a média dos tratamentos com e sem enxofre em todos os cortes e no total acumulado dos quatro anos de avaliação. Em razão da aplicação de enxofre, considerando a soma de todos os cortes, observou-se aumento na produção de forragem do Capim-Tanzânia de até 123 %.

A eficiência agronômica das fontes de enxofre foi quantificada por meio do índice de eficiência agronômica (IEA), tendo como referência o gesso em pó, e está apresentada na Tabela 2.

De uma maneira geral, o IEA da dose de 10 kg/ha de enxofre foi inferior à dose de 20 kg/ha, em todas as fontes, exceto para o superfosfato triplo.

Comparando os IEA do primeiro ano de avaliação (estabelecimento), com os do terceiro ano de avaliação (manutenção), observa-se que os IEA do primeiro ano são superiores ao do terceiro ano (Tabela 2). Isso pode ser explicado pela maior velocidade de oxidação do enxofre elementar quando incorporado ao solo, como realizado por ocasião do primeiro cultivo. Desse modo, a incorporação ou não das fontes de S influencia a produção de forragem. Sem a incorporação do enxofre ao solo, a área de contato do fertilizante com o solo é menor do que com incorporação, o que deve afetar a velocidade de oxidação do enxofre elementar e, conseqüentemente, a resposta comparativa entre os tratamentos.

**Tabela 2.** Índice de eficiência agronômica (IEA) de quatro fontes de enxofre aplicadas em duas doses no estabelecimento do Capim-Tanzânia e reaplicadas em cobertura (adubação de manutenção) depois do sétimo corte.

Fonte	Dose de S kg/ha	IEA	
		Estabelecimento <sup>(1)</sup>	Manutenção <sup>(2)</sup>
		------%-----	
S <sup>o</sup> em pó	10	75	61
S <sup>o</sup> em pó	20	122	75
KCl - 5 % S	10	101	72
KCl - 5 % S	20	113	93
TSP - 7 % S	10	73	95
TSP - 7 % S	20	87	51
MAP - 7 % S	10	81	63
MAP - 7 % S	20	108	72

<sup>(1)</sup> Considerando a produção de forragem acumulada nos três primeiros cortes.

<sup>(2)</sup> Considerando a produção de forragem acumulada nos quatro últimos cortes (do 8<sup>o</sup> ao 11<sup>o</sup> cortes).

Considerando a soma dos dois anos de avaliação da primeira etapa do experimento, os IEA médios das duas doses de enxofre aplicadas com S<sup>o</sup> em pó; KCl – 5 % S; TSP – 7 %; e MAP – 7 % S foram de 87 %, 98 %, 84 % e 79 %, respectivamente. Esses valores podem ser interpretados como adequados para efeito de uso em pastagens.

Considerando a soma dos dois anos de avaliação da segunda etapa do experimento, os IEA médios das duas doses de enxofre aplicadas com S<sup>o</sup> em pó; KCl – 5 % S; TSP – 7 %; e MAP – 7 % S foram de 89 %, 107 %, 72 % e 80 %, respectivamente. Esses valores podem ser interpretados como adequados para efeito de uso em pastagens, com a ressalva para a fonte TSP – 7 %, que apresentou uma redução acentuada no IEA para a dose de 20 kg/ha de S.

## Conclusões e Perspectivas

Foi observada resposta do Capim-Tanzânia ao enxofre em todos as avaliações feitas na primeira (estabelecimento) e na segunda etapa (manutenção) de avaliação do experimento.

No primeiro ano de avaliação, não se verificou resposta a doses de enxofre para as fontes avaliadas. No entanto, no segundo ano, a resposta à enxofre a doses foi significativa.

Nos dois primeiros anos de avaliação, as fontes de enxofre foram equivalentes quanto ao suprimento desse nutriente para o *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

No terceiro e quarto ano de avaliação, em todos cortes realizados, observou-se resposta do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum*) a doses de enxofre, exceto para o enxofre aplicado com o TSP – 7 %.

Todas as fontes avaliadas (S<sup>o</sup> em pó, TSP – 7 %, MAP – 7 % S e KCl – 5 % S) foram equivalentes ao gesso em pó no terceiro e quarto ano de avaliação.

## Referências

BUTTREY, S. A.; ALLEN, V. G.; FONTENOT, J. P.; RENEAU J. R. Sulphur fertilization improves corn silage yield, chemical composition and utilization by sheep. **Sulphur in Agriculture**, v. 11, p. 12-14, 1987.

FREITAS, L. M. M.; JORGE, J. P. N. Resposta de capim Swannee Bermuda à aplicação de nitrogênio, fósforo e enxofre em região de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 195-202, 1982.

HADDAD, C. M. **Efeito do enxofre aplicado na forma de gesso sobre a produção e qualidade de pastagens com capim colonião**. Piracicaba, 1983. 115 f. (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

McCLUNG, A. C.; QUINN, L. R. **Sulfur and phosphorus responses of Batatais grass (*Paspalum notatum*)**. São Paulo: IBEC Research Institute, 1959. 15 p.

MITCHELL, C. C.; LUE, W. G. **Bahiagrass response to sulfur on na Aeríc Haplaud.** **Agronomy Journal**, v. 81, p. 53-57, 1989.

PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1994. 45 p. (Documentos, 56).

QUINN, L. R.; MOTT, G. O.; BISSCHOFF, W. V. A. **Fertilização de pastos de capim colonião e produção de carne em novilhos zebu**. São Paulo: IBEC Research Institute, 1961. 40 p. (Boletim, 24).

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 22 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 12).

## Participantes do Projeto

Lorival Vilela; Geraldo Bueno Martha Jr.;  
Djalma Martinhão Gomes de Souza.

# Desempenho Bioeconômico da Fase de Cria na Integração Lavoura-Pecuária e em Pastagens Renovadas de Forma Direta na Região do Cerrado<sup>1</sup>

---

*Geraldo B. Martha Jr; Lourival Vilela; Moacir G. Saueressig;  
Claudio U. Magnabosco; Luiz S. Jung; Paulo Henrique Leão*

## Introdução

Este estudo foi delineado partindo-se do diagnóstico de que a fase de cria, de modo isolado ou em associação com a recria e (ou) com a engorda, está presente em mais de 80 % das propriedades do Cerrado. Nesse bioma, dos cerca de 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas, 60 % a 70 % encontram-se em algum grau de degradação (VILELA et al., 2004), e é exatamente nessas áreas marginais que a fase de cria é predominantemente desenvolvida. Considerando que a fase de cria sustenta toda a estrutura subsequente da pecuária, ratifica-se a urgência de pesquisas criteriosas nessa área, segundo um enfoque sistêmico, de forma a se aumentar a eficiência econômica da atividade.

A degradação das pastagens e a escassez de forragem na seca são consideradas os principais entraves ao aumento do desempenho bioeconômico da pecuária bovina a pasto. A insuficiência de alimento em quantidade e qualidade adequadas determina o retardamento na puberdade e na cobrição de novilhas, o anestro nas vacas em lactação e as baixas taxas de concepção e de reconcepção, particularmente em

---

<sup>1</sup> Essa pesquisa foi parcialmente financiada pelos projetos Convênio Embrapa/Petrobras processo/contrato número 03.03.5.07.00.00), Projeto CNPq processo 481532/2004-8, Convênio Embrapa Cerrados/Bellman (processo número 22300.07/0034-3).

fêmeas primíparas. A degradação do pasto e a consequente falta de forragem contribuem, decisivamente, para o menor peso dos bezerros à desmama. Esse fato resulta da deficiência nutricional sofrida pelas vacas em lactação e pelos próprios bezerros nos meses que antecedem a desmama. Com bezerros mais leves, a receita do pecuarista é reduzida.

Exemplificando, quando se computa a baixa eficiência reprodutiva do rebanho no Cerrado (taxas de desmama ao redor de 60 %) e a insatisfatória taxa de lotação das pastagens (aproximadamente 0,60 UA/ha), verifica-se que a produtividade projetada para uma “fazenda típica de cria no Cerrado” é de apenas 50 a 60 kg/ha de bezerro desmamado (peso vivo médio à desmama de machos de 165 kg). A desmama com 7,0 @ elevaria essa produtividade para até 75 kg/ha de bezerro desmamado.

Nesse contexto, buscou-se avaliar alternativas de renovação de pastagens, com diferentes níveis tecnológicos, visando subsidiar a tomada de decisão de técnicos e pecuaristas engajados na fase de cria.

Com relação a alguns dos aspectos experimentais, o trabalho foi realizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (15° 35' S, 47° 42' W, 1.007 m de altitude), em Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa. A área experimental estava vegetada por uma pastagem em degradação, com predominância das forrageiras *Brachiaria* spp. e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. A renovação de pastagens contou com o preparo convencional do solo, e as adubações para os sistemas pastoris e de integração lavoura-pecuária testados seguiram as recomendações da Embrapa Cerrado (MARTHA Jr. et al., 2007). A taxa de semeadura das forrageiras situou-se entre 4,5 a 5,0 kg/ha de sementes puras viáveis. Numa segunda etapa, iniciou-se a implantação da infraestrutura necessária à condução do experimento: cercas, bebedouros, cochos para suplementação, etc.

Os sistemas testados consistiram de três estratégias de renovação da pastagem, que contemplaram diferentes níveis tecnológicos, e um sistema “testemunha” para atividade de cria, caracterizado por uma pastagem em estágio intermediário de degradação (PD). No menor

nível tecnológico – tratamento extensivo (SE). No nível tecnológico intermediário – tratamento semi-intensivo (SI) –, em adição ao calcário e ao fósforo, o N-fertilizante passou a ser estratégia para aumentar a produção de forragem do pasto diferido. No sistema com maior nível tecnológico – sistema intensivo com integração lavoura-pecuária (SI-ILP), teve-se a integração lavoura-pecuária e adubações do pasto de 180 a 200 kg/ha de N.

Ressalte-se o caráter inovador dessa proposta, por considerar diferentes espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cvs. Marandu e Xaraés e *Panicum* spp. cv. Massai), na composição dos diferentes sistemas de produção, bem como por contemplar aspectos econômicos dessas alternativas de renovação da pastagem, raramente contemplados em trabalhos de pecuária no País. A escolha do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) deveu-se à forte representatividade dessa forrageira no cenário nacional. Com relação aos capins Xaraés (*B. brizantha* cv. Xaraés) e Massai (*Panicum* spp.), o norteador da escolha foi a capacidade de rápida rebrotação no início das águas, aspecto extremamente importante – em termos quantitativos e qualitativos – para atender aos dois maiores picos de exigência nutricional do rebanho de cria: terço final de gestação e início da lactação.

As áreas com *Brachiaria* foram estabelecidas a partir de janeiro de 2005. As glebas com massai foram estabelecidas em janeiro de 2006. Em dezembro de 2006, procedeu-se o plantio de milheto pastejo, na área de lavoura do sistema intensivo, visando melhorar o plano nutricional dos animais.

Na safrinha de 2005 e de 2006, realizou-se a integração lavoura-pecuária na área do tratamento “intensivo”. Em ambos os casos, utilizou-se a cultura do sorgo para renovação da pastagem com *B. brizantha* cv. Marandu (2005) ou capim-massai (2006). A forrageira foi distribuída a lanço e em cobertura (5,0 e 4,5 kg/ha de sementes puras viáveis para a cultivar Marandu e Massai, respectivamente). No plantio de 2005, efetuou-se o plantio do sorgo (9 de março de 2005), sem revolvimento adicional do solo, em linhas espaçadas de 0,50 m e

com taxa de semeadura de 180 mil plantas. Em 2006 (12 de janeiro de 2006), o plantio foi em sulcos. Em ambos os casos, a adubação de estabelecimento foi de 125 kg/ha da fórmula 00-32-00 + micro e 50 kg/ha de uréia. No estágio de folhas, em 2005 e em 2006, efetuou-se a cobertura com 100 kg/ha de uréia.

Nas safras 2005/2006 e 2006/2007, efetuou-se o plantio de soja em plantio direto no tratamento “intensivo”. Após dessecação da área, com 3 L/ha de glifosate, efetuou-se o plantio, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e ajuste da taxa de semeadura para população de 300.000 plantas/ha. A adubação no sulco de plantio consistiu de 400 kg/ha de 00-32-00-07 + micro, em 2005/2006, e de 450 kg/ha de 02-18-20 + micro, em 2006/2007.

Em razão de problemas climáticos e de ajuste no manejo dos touros de repasse, o experimento foi defasado, iniciando-se na estação de monta 2006/2007. Em outubro de 2006, 64 vacas foram alocadas nos quatro tratamentos.

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

Em 2005, a produtividade de grãos das cultivares BR-304 e BRS-310, implantadas em consórcio com o capim Marandu, não diferiu ( $P > 0,05$ ), sendo de  $4.562 \pm 322$  kg/ha e  $4.394 \pm 307$  kg/ha, respectivamente. O custo total para a cultivar BR-304 foi de R\$ 1.000,02 e, para a cultivar BRS-310, foi de R\$ 1.0007,68. O custo por saca de 60 kg para a cultivar BR-304 foi de R\$ 13,15/saca e para a cultivar BRS-310 de R\$ 13,76/saca. Na época da colheita, o valor de venda cotado na região era de cerca de R\$ 13,50/saca. Assim, o custo de produção do sorgo, bem como o custo de formação do pasto em consórcio com a cultura do sorgo, foram integralmente remunerados pela venda de sorgo produzido na integração lavoura-pecuária em safrinha.

Os ganhos econômicos com o sistema de integração lavoura-pecuária podem ser ampliados com uma “safrinha de boi”. No momento da

colheita, a massa de forragem de folhas, hastes e material morto foi de  $1.176 \pm 126$  kg/ha,  $1.564 \pm 561$  kg/ha e  $94 \pm 32$  kg/ha, respectivamente. Essa condição permitiu, para novilhas de reposição com peso inicial de cerca de 300 kg de peso vivo, ganho de 1,01 kg/cab/dia com 1,5 kg/cab/dia de concentrado (75 % NDT e 25 % de proteína bruta, com cerca de 55 % dessa proteína na forma de uréia) e de 0,49 kg/cab/dia com sal + uréia à vontade. As respectivas produtividades foram de 120 e 59 kg/ha de peso vivo. Alternativamente, a forragem produzida na integração lavoura-pecuária, pós-colheita do sorgo, seria suficiente para manter 1,2 unidade animal (UA)/ha por 120 dias. Considerando o custo de arrendamento do pasto na região na época da seca, R\$ 14,00/UA/mês, a expectativa de receita mínima com a fase de pecuária da integração lavoura-pecuária seria de R\$ 67,20/ha.

Com o início da chuva, o pasto foi dessecado e efetuou-se o plantio direto com soja cv. Iara na safra 2005/2006. A produtividade da área foi de 2.853 kg/ha<sup>2</sup>. Desse modo, benefícios adicionais do sistema de integração lavoura-pecuária seriam a excelente palha de *Brachiaria* para plantio direto, na opção pelo retorno de lavouras de grãos na safra, ou o pasto formado, com custo reduzido de estabelecimento e de manutenção da produtividade nos primeiros dois anos pós-lavoura.

Os custos totais para os sistemas BR-304 + massai e BRS-310 + massai, na safrinha de 2006, foram da ordem de R\$ 1.000,00/ha. O ponto de nivelamento para a BR-304 + massai seria de R\$ 16,06/saca de 60 kg e para a BRS-310 + massai de R\$ 13,69/saca.

Com relação aos sistemas de produção pecuária, eles não influenciaram de modo significativo a evolução do peso e da condição corporal do rebanho. O índice condição corporal mostrou-se mais sensível às variações no estado nutricional da matriz.

A condição corporal à parição, na faixa de 5,6 a 5,8, mostrou-se adequada para garantir tamponamento nutricional à matriz no pós-parto, viabilizando elevado plano nutricional aos bezerros, conforme indicado

---

<sup>2</sup> Procedimento semelhante – plantio direto de soja sobre “cobertura de pastagem” – foi adotado na safra 2006/2007. Nesse caso, a produtividade da cv. Iara foi de 4.100 kg/ha (69 sacas/ha).

pelos pesos à desmama. Ao final do período de 304 dias (1/10/2006 a 1/08/2007), a condição corporal média do rebanho representava 92 % daquela inicial, estimada à parição. Em 2007, as chuvas escassearam com cerca de dois meses de antecedência (final de fevereiro *versus* o normal, que seria em final de abril/início de maio). Assim, é plausível esperar que em anos com distribuição normal de chuvas e, portanto, de melhor quantidade e qualidade de forragem na transição águas/seca e seca/águas, a condição corporal do rebanho seria integralmente restabelecida nesse período de 10 meses após a parição.

Os sistemas de produção, no curto prazo, não tiveram efeito sobre a eficiência reprodutiva do rebanho. A Tabela 1 resume o desempenho relativo (produtivo e reprodutivo) do rebanho. A taxa de prenhez nos tratamentos PD foi de 75,00 %. No sistema SI, o valor registrado foi de 37,50 %; esse, no entanto, deve ser considerado com extrema cautela, haja vista problemas de libido do touro que permaneceu com as vacas nesse lote, implicando fatores alheios ao tratamento na redução da eficiência reprodutiva registrada para o sistema. No entanto, o comportamento menos satisfatório das vacas nesse tratamento, em termos de evolução do peso vivo e da condição corporal, em relação aos demais sistemas avaliados, possivelmente indica que o touro não foi o único problema. Esse sistema (SI), no sorteio para alocação dos tratamentos na área experimental, foi posicionado na face exposta à rodovia BR-020. Assim, é possível que o movimento da estrada tenha prejudicado o desempenho dos touros, vacas e bezerros nesse sistema.

**Tabela 1.** Indicadores relativos de taxa de lotação, taxa de prenhez e produtividade de diferentes sistemas de produção de cria.

Sistema	Tx. Lotação (UA/ha), outubro/2006-maio/2007				Tx. Prenhez	Produtividade <sup>1</sup>
	vacas	bezerro	touro	total	(% vacas)	(kg/ha bez.desm.)
1 – Semi-intensivo (SI)	190	168	184	185	50	81
2 – Degradado (PD)	100	100	100	100	100	100
3 – Extensivo (SE)	156	145	158	154	92	129
4 – Intensivo (SI-ILP)	338	321	348	336	108	352

<sup>1</sup> Peso ajustado para 240 dias.

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

As taxas de lotação, da ordem de 0,70 UA/ha no sistema PD, indicam condições próximas à média do Cerrado. Note-se que a renovação de pastagens com subsequente manejo tradicional do sistema (SE) permitiu elevar a taxa de lotação em mais de 50 %. Com aporte maior de tecnologia, no sistema SI-ILP, a taxa de lotação triplicou.

Desse modo, em razão de tais ganhos em taxa de lotação, aliados à manutenção de elevado patamar de desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, a produtividade de bezerros desmamados por hectare no SI-ILP foi 3,5 vezes superior ao do sistema PD. Isso sinaliza um enorme potencial “poupa-terra” para a integração lavoura-pecuária em relação aos sistemas tradicionais de cria, pautados em pastos de baixa produtividade.

O peso médio à desmama (240 dias) para o tratamentos PD foi 230 kg. Esse valor, excepcionalmente alto para as condições de pastagens de baixa produtividade, refletiu o uso esporádico do pasto desse tratamento na fase pré-experimental. Essa condição permitiu acúmulo de forragem acima do esperado para esse tratamento, repercutindo favoravelmente no desempenho individual dos animais. Esse excelente desempenho, no entanto, não será sustentável. Ressaltem-se os expressivos pesos à desmama dos tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Indicadores relativos de peso ajustado à desmama (240 dias).

Sistema	Peso à desmama (kg, 240 dias)		
	Machos	Fêmeas	Ponderado
1 – Semi-intensivo (SI)	79	84	81
2 – Degradado (PD)	100	100	100
3 – Extensivo (SE)	83	95	88
4 – Intensivo (SI-ILP)	97	95	91

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

Conforme comentado anteriormente, a produtividade média esperada para a cria, no Cerrado, seria da ordem de 60 a 70 kg/ha de bezerro desmamado. Tomando os coeficientes técnicos do experimento, seria necessário operar com taxas de desmama na faixa de 55 % a 65 % para verificar esse desempenho. Todavia, com a redução no peso médio

de bezerras e bezerras à desmama, dos níveis medidos nesse trabalho com rebanho BRGN, da ordem de 7,5 @, para os níveis projetados para a média do Cerrado, de cerca de 6@, seria necessário aumentar a taxa de desmama em 10 pontos percentuais (i.e. para 65 % a 75 %) para a obtenção de produtividades de 60 a 70 kg/ha de bezerro desmamado. Dificilmente esses índices seriam sustentados em fazendas comerciais que não adotam boas práticas de manejo (e de manutenção da produtividade das pastagens), haja vista a inevitável evolução do processo de degradação do pasto na ausência de investimentos para a renovação da capacidade produtiva da pastagem.

Por um prisma econômico, observa-se que as condições de mercado, em termos de preço de venda dos animais, influenciam de modo sensível o resultado da atividade (Tabelas 3, 4, e 5). Para um dado preço de venda, o aumento no custo de produção e a redução na taxa de desmama, comuns em pastos em estágios mais avançados de degradação, determinam menor atratividade ao negócio, em razão da deterioração dos termos de troca. Por essas tabelas, nota-se que aumentos nos custos de produção ou piora nos termos de troca devem ser compensados por ganhos em eficiência técnica. Essa assertiva é particularmente aplicável à pecuária, que opera em concorrência perfeita.

**Tabela 3.** Efeito da taxa de lotação, da taxa de desmama e do custo de produção sobre o resultado econômico (margem líquida, R\$/ha/ano) da fase de cria. 1. Mercado desfavorável<sup>1</sup>.

Tx. de lotação (UA/ha)	Tx. de desm. (%)	Custos variáveis + depreciações (R\$/vaca)			
		180	210	240	270
Resultado econômico parcial (R\$/ha/ano)					
0,50	55 %	7,70	-4,00	-15,70	-27,40
	65 %	17,96	6,56	-4,84	-16,25
	75 %	27,28	16,33	5,38	-5,57
	85 %	36,30	25,65	15,00	4,35
1,00	55 %	15,41	-8,00	-31,40	-54,80
	65 %	35,91	13,11	-9,69	-32,49
	75 %	54,57	32,67	10,77	-11,13

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Tx. de lotação (UA/ha)	Tx. de desm. (%)	Custos variáveis + depreciações (R\$/vaca)			
		180	210	240	270
	85 %	72,60	51,30	30,00	8,70
2,50	55 %	38,51	-19,99	-78,49	-136,99
	65 %	89,78	32,78	-24,23	-81,22
	75 %	136,42	81,67	26,92	-27,83
	85 %	181,49	128,24	74,99	21,74

<sup>1</sup> Bezerra, R\$ 350,00; bezerra, R\$ 200,00; vacas de descarte (14@), R\$ 42,00/@ (taxa de descarte de 12,5 %).

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

**Tabela 4.** Efeito da taxa de lotação, da taxa de desmama e do custo de produção sobre o resultado econômico (margem líquida, R\$/ha/ano) da fase de cria. 2. Mercado razoável<sup>1</sup>.

Tx. de lotação (UA/ha)	Tx. de desm. (%)	Custo operacional (R\$/vaca)			
		180	210	240	270
ML (R\$/ha/ano)					
0,50	55 %	18,14	6,44	-5,26	-16,97
	65 %	29,83	18,43	7,03	-4,37
	75 %	40,33	29,38	18,43	7,48
	85 %	50,59	39,94	29,29	18,64
1,00	55 %	36,27	12,87	-10,53	-33,93
	65 %	59,66	36,86	14,06	-8,74
	75 %	80,67	58,77	36,87	14,97
	85 %	101,18	79,88	58,58	37,28
2,50	55 %	90,68	32,18	-26,32	-84,82
	65 %	149,15	92,15	35,15	-21,85
	75 %	201,66	146,91	92,16	37,41
	85 %	252,94	199,69	146,44	93,19

<sup>1</sup> Bezerra, R\$ 400,00; bezerra, R\$ 240,00; vacas de descarte (14@), R\$ 46,00/@ (taxa de descarte de 12,5 %).

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

**Tabela 5.** Efeito da taxa de lotação, da taxa de desmama e do custo de produção sobre o resultado econômico (margem líquida, R\$/ha/ano) da fase de cria. 3. Mercado favorável<sup>1</sup>.

Tx. de lotação (UA/ha)	Tx. de desm. (%)	Custo operacional (R\$/vaca)			
		180	210	240	270
ML (R\$/ha/ano)					
0,50	55 %	28,57	16,87	5,17	-6,53
	65 %	41,71	30,31	18,91	7,51
	75 %	53,38	42,43	31,48	20,53
	85 %	64,88	54,23	43,58	32,93
1,00	55 %	57,14	33,74	10,34	-13,07
	65 %	83,41	60,61	37,81	15,01
	75 %	106,76	84,86	62,96	41,06
	85 %	129,75	108,45	87,15	65,85
2,50	55 %	142,84	84,34	25,84	-32,66
	65 %	208,53	151,53	94,53	37,53
	75 %	266,91	212,16	157,41	102,66
	85 %	324,38	271,13	217,88	164,63

<sup>1</sup> Bezerro, R\$ 450,00; bezerra, R\$ 280,00; vacas de descarte (14@), R\$ 50,00/@ (taxa de descarte de 12,5 %).

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

## Conclusões e Perspectivas

A racionalidade econômica do produtor sinaliza que a adoção de tecnologias no sistema de produção deve ser compatível com a dotação de recursos, ou não será adotada. Assim, como a viabilidade da intensificação do sistema de produção é fortemente influenciada pelos termos de troca da região, no curto prazo, variações substanciais nos preços relativos dos fatores – insumos proporcionalmente mais valorizados que produtos – podem inviabilizar a adoção de tecnologias mais intensivas em capital. Considerando a conjuntura atual, em que os termos de troca mostram-se desfavoráveis e instáveis na pecuária, as maiores oportunidades de ganhos econômicos, com menor risco, possivelmente seriam verificadas com a integração lavoura-pecuária e, eventualmente, com adubação do pasto nesse sistema, em relação à intensificação do “pasto solteiro”.

Embora de gestão mais complexa, os potenciais benefícios da integração lavoura-pecuária, para diversos agentes da sociedade, devem estimular, de modo crescente, sua adoção. Essa condição representa um caso raro de uso sustentável dos recursos naturais, em uma típica situação “ganha-ganha”, ou, no mínimo, “pequena perda – grande ganho”, às vezes com favorecimento do lado ambiental em detrimento de aspectos socioeconômicos e vice-versa.

Por fim, deve-se considerar que a integração lavoura-pecuária, embora seja uma excelente tecnologia, não é solução mágica. A integração lavoura-pecuária demanda recursos para investimento e custeio, capacitação técnica e maior capacidade gerencial para a adequada condução do sistema de produção. Falhas em qualquer um desses quesitos, obviamente, colocam em risco o sucesso da tecnologia.

## Referências

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.

VILELA, L.; MARTHA Jr., G. B.; BARIONI, L. G. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 425-472.

## Participantes do Projeto

Geraldo B. Martha Jr.; Lourival Vilela; Moacir G. Saueressig;  
Claudio U. Magnabosco; Luiz S. Jung; Paulo Henrique Leão.

# Efeito da Adubação de Manutenção com Fontes de Fósforo e de Nitrogênio sobre a Produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na Região do Cerrado<sup>1</sup>

*Geraldo B. Martha Jr.; Lourival Vilela; Djalma Martinhão G. de Sousa*

## Introdução

A fertilidade do solo assume posição de destaque em sistemas de produção animal em pastejo no Cerrado porque: (1) a maior parte dos solos da região é de baixa fertilidade química, em razão da acidez elevada, dos níveis tóxicos de alumínio e da baixa capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo – baixos teores de bases trocáveis, fósforo, nitrogênio, enxofre e micronutrientes; (2) a exigência de nutrientes das plantas forrageiras é elevada, embora reconheça-se que certas espécies forrageiras são adaptadas à baixa fertilidade do solo; e (3) o uso de corretivos e de fertilizantes em pastagens é limitado na fase de estabelecimento e, principalmente, na fase de manutenção da pastagem. Consequentemente, observa-se o desbalanço entre a exigência nutricional da planta e a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo, fazendo com que a produção de forragem seja, via de regra, muito aquém do potencial (MARTHA Jr. et al., 2007).

Paralelamente, a necessidade de recuperar áreas de pastagens degradadas e (ou) de elevar a competitividade dos sistemas pastoris em relação às outras alternativas de uso da terra têm determinado, nos últimos anos, uma grande demanda de técnicos e pecuaristas

---

<sup>1</sup> Essa pesquisa foi parcialmente financiada pelos projetos Convênio Embrapa Cerrados/Honeywell/SN-Centro (processo número 03.04.0.29.00.00).

pela adubação de pastagens. Por um lado, as informações existentes sobre a recomendação de correção e adubação do solo para a fase de implantação das pastagens no Cerrado são satisfatórias para o produtor estabelecer adequadamente as espécies forrageiras. Por outro, as recomendação de adubação de manutenção para as pastagens são escassas, pois apenas um pequeno número de experimentos foi realizado em pastagens estabelecidas na região do Cerrado (MACEDO, 2003; MARTHA Jr. et al., 2007). Frente a essa problemática, é importante o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem técnica e economicamente a adoção da adubação de pastagens na fase de manutenção. Trabalhos envolvendo nitrogênio, fósforo e enxofre seriam particularmente interessantes, em razão do papel desses nutrientes na produção/productividade e valor nutritivo da forragem e na persistência das pastagens.

Este trabalho teve os objetivos de avaliar o efeito:

- da uréia e do sulfato de amônio sobre a eficiência de uso de fosfatos solúvel e reativo aplicados em cobertura, sem incorporação, em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu na região do Cerrado.
- da combinação entre superfosfato triplo e sulfato de amônio ou de superfosfato simples e uréia sobre a produção de *B. brizantha* cv. Marandu na região do Cerrado.
- de adubações isoladas com fósforo (superfosfato triplo e fosfato reativo) ou nitrogênio (sulfato de amônio e uréia) sobre a produção de *B. brizantha* cv. Marandu na região do Cerrado.

Com relação a alguns dos aspectos experimentais, as atividades do projeto iniciaram-se na primeira quinzena de janeiro de 2004, com a implantação da infraestrutura necessária à execução do trabalho (cercamento da área experimental, locação das parcelas, etc.). Em 22 de janeiro de 2004, os tratamentos foram aplicados em uma pastagem degradada de *B. brizantha* cv. Marandu, estabelecida em Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa, na área experimental do Chapadão. A cobertura do solo pela área basal das plantas era de

37 % e o pasto já apresentava sinais intermediários de degradação (baixa produção de forragem, plantas invasoras, etc.). No final de 2004, os trabalhos foram ampliados de modo a envolver outra área estabelecida com capim braquiarião, na chamada área experimental da “Vitrine”. Nesse caso, a pastagem estava em estágio inicial de degradação, com comprometimento da produção de forragem.

Os tratamentos consistiram da adubação em superfície e sem incorporação, conforme diferentes estratégias de adubação (Tabela 1), em duas áreas, Chapadão (estágio intermediário de degradação) e Vitrine (estágio inicial de degradação). A aplicação dos tratamentos foi realizada em 26 de janeiro de 2005.

**Tabela 1.** Tratamentos testados para avaliar o efeito de fontes de nitrogênio e de fósforo na recuperação de pastagem degradada de *B. brizantha* cv. Marandu.

Área experimental do chapadão		Área experimental da Vitrine	
Tratamentos	Descrição	Tratamentos	Descrição
T1	s/adubação	T1	s/adubação
T2	K+micro	T2	K+micro
T3	K+micro+S	T3	K+micro+S
T4	T2+U	T4	T2+U
T5	T2+SA	T5	T2+SA
T6	T2+SPT	T6	T2+SPT
T7	T2+Arad	T7	T2+Arad
T8	T2+U+SPT	T8	T2+U+SPT
T9	T2+U+Arad	T9	T2+U+Arad
T10	T2+SA+SPT	T10	T2+SA+SPT
T11	T2+SA+Arad	T11	T2+SA+Arad
T12	T2+U+SPS	T12	T2+U+SPS
T13	T2+SA+SPS	T13	T2+SA+SPS
		T14	T2+SPS

A dose de nitrogênio foi de 60 kg/ha na forma de sulfato de amônio ou de uréia e a dose de fósforo foi de 100 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato triplo, fosfato de Arad ou superfosfato simples. O enxofre, no tratamento T3, foi suprido via gesso em pó, aplicado em

dose equivalente a 68 kg/ha (quantidade semelhante à fornecida pela adubação com 60 kg/ha de N-sulfato de amônio e 100 kg/ha de P2O5-superfosfato simples).

O fertilizante nitrogenado, de acordo com os tratamentos, foi reaplicado anualmente, no mês de janeiro (2005 e 2006, na área do Chapadão, e, em 2006, na área da Vitrine). O corte foi realizado a 10 cm do solo, ocorrendo depois de aproximadamente 100 dias da aplicação do tratamento (por volta de final de abril/início de maio de cada ano). Em adição à estimativa da produção de forragem, uma subamostra da parte aérea foi amostrada em cada tratamento e enviada ao laboratório para determinação dos teores de macro e micronutrientes, de digestibilidade e de fibra em detergente neutro e ácido. Em razão das condições climáticas e das características do pasto, não foi possível efetuar uma segunda avaliação anual.

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 3 x 2, representado por três fontes de fósforo (superfosfato triplo, fosfato de Arad e superfosfato simples) e por duas fontes de nitrogênio (uréia e sulfato de amônio), contando com sete tratamentos adicionais (tratamentos T1 a T7 listados na Tabela 1). No local da Vitrine, foi incluído um tratamento adicional, representado pela adubação com superfosfato simples (T14, Tabela 1). As parcelas mediam 2 m x 3 m, com área útil de 1 m x 2 m<sup>2</sup>.

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

As produções relativas, tendo como base 100 o tratamento testemunha, sem adubação, constam da Tabela 2. Embora, em termos relativos, as respostas tenham sido semelhantes aos tratamentos, a produção de forragem da pastagem em estágio inicial de degradação (Vitrine), de 6,7 a 17,2 t/ha de massa seca no acumulado de dois anos

---

<sup>2</sup> Os dados foram analisados para normalidade dos erros e homogeneidade de variância. O pacote estatístico SAS System (1989) foi utilizado para a análise de variância e comparação de médias.

(2005/2006), foi muito superior ao verificado no sítio de pasto em estágio intermediário de degradação (Chapadão), de 5,7 a 18,7 t/ha de massa seca no acumulado de três anos (2004/2005/2006).

Na opção pela adubação com um único nutriente<sup>3</sup>, as respostas na produção de forragem foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) na presença de fertilizantes nitrogenados do que no caso do uso de fertilizantes fosfatados ou sulfatados. Independentemente do estágio de degradação da pastagem, o uso exclusivo de fósforo ou de enxofre ou a combinação entre esses dois nutrientes não promoveu resposta diferenciada em relação à testemunha absoluta (sem adubação) ou à adubação com potássio e micronutrientes. O uso conjunto de nitrogênio e fósforo e, preferencialmente, de nitrogênio, fósforo e enxofre produziu resultados mais satisfatórios do que o uso isolado desses nutrientes.

Esse raciocínio aplica-se, também, à eficiência de uso dos nutrientes do fertilizante. No sítio do Chapadão, no acumulado do período (2004 a 2006, no Chapadão), a eficiência de conversão de fósforo em matéria seca (MS), na ausência de N-fertilizante, foi de 10 kg MS/kg  $P_2O_5$ , na presença de superfosfato triplo, e de 3,35 kg MS/kg  $P_2O_5$  quando do uso de Arad. Na presença de adubações com uréia, os respectivos valores foram de 55,94 e 34,77 kg MS/kg  $P_2O_5$ . E, com a adubação de sulfato de amônio, as eficiências foram de 74,95 e de 59,91 kg MS/kg  $P_2O_5$  para o superfosfato triplo e o fosfato de Arad, respectivamente. Houve, portanto, melhoria na produção de forragem (Tabela 2) e na eficiência de uso do fertilizante quando do uso de fontes mais solúveis de fósforo, pelo menos no curto-prazo. Com o tempo, em solos corrigidos quimicamente, é de se esperar que essas diferenças desapareçam.

---

<sup>3</sup> Excluindo-se adubações com potássio e micronutrientes, cuja produção de forragem obtida não difere da testemunha absoluta, sem adubação.

**Tabela 2.** Produção relativa de forragem de pastos em degradação de *B. brizantha* cv. Marandu em reposta à adubação com fontes de fósforo e de nitrogênio.

Tratamentos	Chapadão			Acum.Chap	Vitrine		Acum.Vit.
	2004	2005	2006	2004-06	2005	2006	2005-06
T1 s/adub.	100	100	100	100	100	100	100
T2 K+micro, T2	77	97	96	92	126	120	122
T3 K+micro+S, T3	75	91	155	122	105	141	129
T4 T2+U	137	174	157	158	212	183	193
T5 T2+SA	156	192	182	180	251	179	203
T6 T2+SPT	87	105	119	109	120	131	127
T7 T2+Arad	82	107	99	98	98	135	122
T8 T2+U+SPT	309	242	228	248	279	190	219
T9 T2+U+Arad	211	234	204	214	190	191	191
T10 T2+SA+SPT	336	356	258	300	290	170	210
T11 T2+SA+Arad	225	331	266	276	278	243	255
T12 T2+U+SPS	341	280	197	248	297	217	244
T13 T2+SA+SPS	310	354	140	232	382	174	244
T14 T2+SPS	-	-	-	-	121	136	131

Fonte: Dados de pesquisa, elaboração dos autores.

Com relação à eficiência de uso do N-fertilizante, no Chapadão (2004 a 2006), ficou evidente, também, a melhoria no indicador com a presença de fósforo. No caso do sulfato de amônio, a eficiência de uso do N-fertilizante foi de 30,09; 66,15 e 61,51 kg MS/kg N na ausência de adubação fosfatada, adubação com superfosfato triplo e adubação com fosfato de Arad, respectivamente. Os respectivos valores para a adubação com uréia foram de 22,51; 48,00; 39,96 kg MS/kg N. Essa maior eficiência de uso do N-fertilizante, de 30 % a 50 % em favor do sulfato de amônio, deveu-se ao menor potencial de perda do N aplicado e ao maior aporte de enxofre no sistema com o uso de sulfato de amônio.

No local Vitrine, a eficiência do fósforo, apesar da maior produção de forragem, foi baixa e não superior a 18 kg MS/kg  $P_2O_5$  aplicado nos diferentes tratamentos. O efeito da ausência de fósforo e da adubação com superfosfato triplo não resultou em variação na eficiência de uso do nitrogênio nesse local. Sem fósforo, a eficiência de conversão do N-fertilizante em forragem foi de 45,53 (sulfato de amônio) a 39,87

(uréia) kg MS/kg N aplicado; e, como superfosfato triplo, os respectivos valores foram de 46,56 e 51,71 kg MS/kg N aplicado. Quando se usou o fosfato de Arad, a eficiência de uso do N-uréia foi de 38,31 kg MS/kg N; entretanto a combinação de Arad com sulfato de amônio resultou em eficiência do N-fertilizante de 74,31 kg MS/kg N. Na presença de superfosfato simples, as eficiências acumuladas foram similares, de 63,43 kg MS/kg N, para o sulfato de amônio, e de 63,31 kg MS/kg N, para a uréia.

Com relação aos valores de digestibilidade in vitro da matéria seca, eles puderam ser distribuídos em dois grupos. No grupo que apresentou maiores valores de digestibilidade, concentraram-se os tratamentos que receberam adubação completa (tratamentos 8 a 13), sinalizando a importância da adubação balanceada de pastagens para a nutrição animal.

## **Conclusões e Perspectivas**

Aplicar unicamente fósforo e enxofre não proporciona respostas positivas na produção de forragem. Nessas situações, a produção de forragem não foi diferente do que aquela da testemunha, sem adubação. O uso exclusivo de fertilizante nitrogenado permitiu melhores respostas do que as adubações exclusivas com fósforo e com enxofre. Entretanto o uso conjunto de nitrogênio e fósforo e, preferencialmente, de nitrogênio, fósforo e enxofre foi a condição que produziu melhores resultados.

A eficiência de uso do fósforo e do nitrogênio dos fertilizantes também seguiu a mesma tendência. Maiores eficiências foram observadas quando se usou conjuntamente o nitrogênio e o fósforo e, preferencialmente, também o enxofre. Desse modo, pequenas quantidades de fertilizantes aplicados em pastagens de baixa produtividade podem ser efetivas em restabelecer, de modo eficiente, a produção de forragem. Deve-se observar, porém, que esse é um processo gradual e que deve ser internalizado na capacidade de investimento do produtor rural com relação aos montantes necessários (incluindo a compra dos animais) e aos prazos de pagamentos.

## Referências

MACEDO, M. C. M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Águas de São Pedro, 2003. **Anais...** Águas de São Pedro: Potafos/ANDA, 2003. 1 CD-ROM.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.

## Participantes do Projeto

Geraldo B. Martha Jr.; Lourival Vilela; Djalma Martinhão Gomes de Sousa.

# Desenvolvimento de Protocolo de Descontaminação e Controle de Crescimento de Microrganismos Endógenos Visando à Micropropagação de Gemas Laterais de Mangueira (*Mangifera indica* L)

---

*Solange Rocha Monteiro de Andrade; Welmo Costa de Oliveira; Gesinilde Radel; Juliana Dias Lopes, Fábio Bueno dos Reis Jr.; Maria José Charchar*

## Introdução

O desenvolvimento de protocolo de organogênese de mangueira é dificultado pela alta exsudação de fenóis pelos explantes e pela intensa contaminação por microrganismos. Desde 2001, o Laboratório de Biologia Celular e Cultura de Tecidos da Embrapa Cerrados tem estudado diferentes metodologias para solucionar esses problemas e desenvolver um protocolo de micropropagação de gemas laterais de *Mangifera indica* com o intuito de apoiar o programa de melhoramento.

Os resultados iniciais demonstraram que, para diminuir a contaminação por fungos, os explantes precisavam de uma limpeza inicial em água de torneira com detergente neutro, seguido de tratamento em solução de hipoclorito de sódio 1 % e Tween 80, finalizando com sonicação de 15 segundo em 500 mg.L<sup>-1</sup> Benomyl e suspensão de 30 minutos na mesma solução. No entanto o problema de contaminação por bactérias endógenas e fungos persistiu. O atual projeto tinha como objetivos finalizar o protocolo de descontaminação superficial de explantes, desenvolver um protocolo de controle do crescimento de microrganismos em meio de cultura, isolar e identificar os microrganismos que desenvolvem no meio de cultura após a inoculação do explante e desenvolver um protocolo de controle de exsudação de fenóis dos explantes.

## Principais Resultados

Os principais gêneros de fungos identificados foram: *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Gliocadium* sp., *Penicillium* sp. e fungos do grupo de leveduras. Verificou-se, também, que a contaminação por fungos é proveniente de fragmentos de tecido externos, sugerindo a necessidade de aprimorar os protocolos de descontaminação superficial. Com o objetivo de diminuir a quantidade de inóculo nas matrizes experimentais, foi avaliado o efeito de fungicidas no campo. Foram realizadas as seguintes aplicações de fungicidas nas matrizes da cultivar Tommy Atkins: 20 g.L-1 Tebuconazole (Folicur 200 CE®); 20 g.L-1 de Mancozeb (Manzate 800®); 20 g.L-1 de Procimidona (Sialex 500®). Embora o fungicida Mancozeb (Manzate®) tenha apresentado os menores índices de contaminação, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Com o intuito de controlar o desenvolvimento dos fungos em meio de cultura, foi avaliado o efeito in vitro de fungicidas. Segmentos nodais da cultivar Tommy Atkins foram inoculados em meio MS contendo fungicidas nos seguintes tratamentos: 2 g.L-1 de Tebuconazole (Folicur 200 CE®); 2 g.L-1 de Mancozeb (Manzate 800®); 2 g.L-1 de Procimidona (Sialex 500®); 2 g.L-1 de Benzimidazol (Derosal®) e testemunha sem fungicida. As análises estatísticas demonstraram que houve diferença significativa no efeito dos fungicidas, e que o princípio Tebuconazole apresentou maior eficiência no controle de fungos presentes na superfície do explante.

Avaliações da bactéria, denominada "B", demonstraram que ela é Gram Negativa, apresenta colônias chatas e circulares com diâmetro de aproximadamente 2 mm, de aspecto seco e coloração branca. Análise pela metodologia de sequenciamento parcial do gene 16S RNAr identificou que deve ser filogeneticamente próxima aos gêneros *Asaia* e *Swaminathania*; no entanto são necessários estudos comparativos para confirmar essas informações. Visando avaliar o efeito de antibióticos alternativos no controle da bactéria "B", foi testado própolis bruta e

extrato de própolis. O extrato de própolis foi eficiente no controle do crescimento da bactéria nas concentrações 0,5 % e 1 %. Contudo a bactéria se desenvolveu em todas as concentrações testadas nos meios contendo própolis bruta. Assim, para controlar o crescimento da bactéria, mantivemos a utilização de Sulfametaxazol (80 mg.L<sup>-1</sup>), mas ainda há problemas para controlar o aparecimento dessa bactéria.

A exsudação de fenóis causa necrose e, conseqüentemente, perda dos explantes. Estudos preliminares para testar diferentes concentrações de carvão ativado, ácido cítrico e ácido ascórbico demonstram possível efeito positivo do carvão ativado no controle de exsudação de fenóis. No entanto o problema de intensa contaminação fúngica reapareceu nesses experimentos, evidenciando a necessidade de aprimorar o protocolo de descontaminação dos explantes. Com a definição do protocolo de descontaminação superficial, foi montado um experimento para testar o efeito de manutenção dos explantes em meio de cultivo em luz e no escuro, avaliando as Alfa e Roxa. Avaliações demonstraram que a cultivar Roxa apresentou oxidação consideravelmente menor que a cultivar Alfa, e os menores índices de oxidação, quando colocada no escuro. Já os explantes da cultivar Alfa não apresentaram diferença significativa, em relação aos tratamentos, evidenciando o efeito de cultivares.

Também foi testado o efeito do peróxido de hidrogênio e efeito do tempo em meio líquido para controlar a exsudação. Os explantes foram submetidos aos tratamentos: (1) transferência direta para meio MS semissólido (controle); (2) agitação por 5 min em 30 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, seguida de transferência para meio semissólido; (3) agitação em meio MS meia força por 21 horas, seguida de transferência para meio semissólido; (4) Agitação em meio MS meia força por 70 horas, seguida pela transferência para meio semissólido. Foram realizadas 4 repetições do experimento, com 10 explantes cada. Após 15 dias em câmara de crescimento, foi avaliada a liberação de fenol. Avaliação por observações comparativas demonstrou que o controle e o tratamento com peróxido de hidrogênio havia uma grande liberação de fenol. Foi observada uma redução visível na oxidação fenólica nos tratamentos com maior tempo de agitação em meio líquido, sendo o melhor resultado obtido com 70 horas de agitação.

## Produção Técnico-Científica

### Artigo em periódico indexado

ANDRADE, S. R. M. de; FALEIRO, F. G.; TEIXEIRA, J. B.; PINTO, A. C. Q.; RADEL, G.; CORDEIRO, M. C. R.; RAMOS, V. H. V. Uses of alternative antibiotics to control bacterium growth in mango explants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 820, p. 541-546, abr. 2009. Edição do Proceedings of the 8 International Mango Symposium, Sun City, South Africa, Abril, 2009.

### Artigo em anais de congresso

ANDRADE, S. R. M. de; OLIVEIRA, W. C. de; CHARCHAR, M. J. d'Á.; LOPES, J. D.; FALEIRO, F. G.; ANJOS, J. de R. N. dos; PEIXOTO, J. R. Micropropagação de gemas laterais de mangueira: controle do crescimento de fungos. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**: Anais... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

### Resumo em anais de congresso

OLIVEIRA, W. da C.; ANDRADE, S. R. M. de; FALEIRO, F. G.; SANTOS, J. B.; NETO, J. Efeito de diferentes fungicidas na descontaminação de segmentos nodais de mangueira (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 1205, 2007. Suplemento. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais; 3º Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas; 1º Simpósio de Plantas Ornamentais Nativas, Goiânia, 2007.

OLIVEIRA, W. da C.; ANDRADE, S. R. M.; CHARCHAR, M. J. d'Á.; GONÇALVES, R. M. Avaliação da contaminação por fungos em fragmentos de tecidos interno e externo de segmentos nodais de cultivares de *Mangifera indica* L. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 13, 2007. Suplemento. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais; III Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos e Plantas; I Simpósio de Plantas Ornamentais Nativas, Goiânia, set. 2007.

OLIVEIRA, W. C.; ANDRADE, S. R. M.; FALEIRO, F. G.; TEIXEIRA, J. B.; PINTO, A. C. Q.; SANTOS, J. B.; DIAS, J. N. Avaliação da contaminação in vitro por fungo e bactéria em segmentos nodais de duas cultivares de manga. In: ENCONTRO DE JOVENS TALENTOS DA EMBRAPA CERRADOS, 3., 2007, Planaltina, DF. **Resumos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 40. (Embrapa Cerrados. Documentos, 176).

ANDRADE, S. R. M.; BUTA, B.; OLIVEIRA, W. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; CHARCHAR, M. J. d'Á.; ANJOS, J. R. N.; PINTO, A. C. Q.; SANTOS, J. B.; MEHTA, A. Identificação de contaminantes de segmentos nodais de mangueira inoculados em meio Murashigüe Skoog. In: ENCONTRO DE JOVENS TALENTOS DA EMBRAPA CERRADOS, 3., 2007,

Planaltina, DF. **Resumos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 41. (Embrapa Cerrados. Documentos, 176).

LOPES, J. D.; ANDRADE, S. R. M.; PEIXOTO, J. R. Efeito de Fungicidas e da oxidação fenólica na multiplicação de explantes de mangueira (*Mangifera indica*) via cultura de tecidos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO DF, 4.; CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNB, 13., 2007, Brasília. [Anais]. Brasília: UnB, 2007. 1 CD-ROM.

ANDRADE, S. R. M. de; FALEIRO, F. G.; TEIXEIRA, J. B.; PINTO, A. C. Q.; RADEL, G.; CORDEIRO, M. C. R.; RAMOS, V. H. V. Uses of alternative antibiotics to control bacterium growth in mango explants. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 8th, 2006, Sun City, South Africa. Programme - abstract book. Siyanamukela: ISHS; South African Mango Growers Association, 2006.

## **Publicações técnicas**

ANDRADE, S. R. M. de; OLIVEIRA, W. C. de; REIS JÚNIOR, F. B. dos; CHARCHAR, M. J.; FALEIRO, F. G.; METHA, A.; OLIVEIRA, J. B. de; PEIXOTO, J. R. **Controle do crescimento e identificação de microrganismos contaminantes visando à micropropagação de gemas laterais de mangueira**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 217).

## **Tecnologias, produtos e processos**

ANDRADE, S. R. M. de; OLIVEIRA, W. C. de; FALEIRO, F. G., REIS JÚNIOR, F. B. dos; Protocolo de controle de desenvolvimento de fungos em explantes de mangueira inoculados in vitro. **Metodologia Científica inserida no SIDE (2008), comprovada pelo Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 217.**

## **Transferência de tecnologia e promoção de imagem**

### *Palestras apresentadas*

ANDRADE, S. R. M. Variación Somaclonal en especies frutales. 2007. II Congresso Internacional de Fruticultura Tropical, Guayaquil, Equador.

ANDRADE, S. R. M. Estabilidade Genética. 2007. 16 Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 3 Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas e 1 Simpósio de Plantas Ornamentais Nativas, Goiânia, GO.

## **Conclusões e Perspectivas**

Por causa das constantes dificuldades de controle de crescimento de microrganismos, o desenvolvimento do protocolo de controle de exsudação ficou comprometido, mas conseguimos identificar alguns pontos que merecem um aprofundamento em estudos posteriores.

Foi determinado que a agitação em meio líquido por 70 horas diminui a exsudação de fenóis. O uso de carvão ativado aumentou a contaminação, sugerindo que o carvão é um bom quelante de fenóis. Essa hipótese foi levantada, pois os fenóis estão diretamente ligados ao sistema de defesa das plantas. Um ponto importante refere-se ao efeito de cultivar, verificamos que, nesses experimentos, a produção de fenóis é cultivar dependente.

Em relação ao controle de crescimento de microrganismos, conforme solicitado pelo próprio parecer do DPD (228/05), utilizamos novas abordagens metodológicas em relação às que são comumente utilizadas em cultura de tecidos. Assim, incluímos a utilização da sonicação para a descontaminação superficial dos explantes, bem como a substituição do Benomyl por Carbedazin.

Sugerimos a utilização de novos antibióticos, como própolis e Sulfametaxazol. No entanto, a identificação parcial dessa bactéria, bem como sua presença em todas as cultivares, sugere que ela possui um papel simbiótico importante para o desenvolvimento da mangueira, o que indica a necessidade de uma abordagem diferente para o desenvolvimento de um meio de cultivo adequado, que permita o controle do crescimento da bactéria, mas sem comprometer sua relação com o explante.

Por fim, essa metodologia de descontaminação de explantes pode ser utilizada para outras espécies lenhosas, que apresentam dificuldades muito similares para o estabelecimento de protocolos de cultivo in vitro.

## **Participantes do Projeto**

Solange Rocha Monteiro de Andrade; Welmo Costa de Oliveira; Gesinilde Radel; Juliana Dias Lopes; Fábio Bueno dos Reis Jr.; Maria José Charchar; Fábio Gelape Faleiro; Ângela Metha; Alberto Carlos de Queirós Pinto; João Batista Teixeira.

# Avaliação da Reação de Genótipos de *Panicum maximum* e de *Pennisetum purpureum* aos Patógenos Associados às Folhas, Inflorescências e Sementes

*Maria José d'Ávila Charchar; José de Ribama N. dos Anjos;  
Francisco Duarte Fernandes*

## Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach) é uma espécie originária da África tropical – adaptada à maioria das regiões brasileiras – que aparece naturalmente em regiões onde a precipitação pluviométrica anual é superior a 1.000 mm (CARVALHO, 1985). Além de sua importância como gramínea forrageira, por apresentar alta produtividade, palatabilidade e alto valor nutritivo (REIS et al., 1997), essa espécie é considerada fonte alternativa promissora para a produção de energia (DERESZ et al., 2006). Em 2005 e 2006, foram observadas manchas-foliares severas causadas por fungos fitopatogênicos, em plantas de uma coleção de 36 genótipos da Rede Nacional de Avaliação de Capim-Elefante II (Renace II), instalada no campo experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

*Panicum maximum* Jacq. é uma espécie forrageira adaptada a vários tipos de clima e de solos tropicais (JANK et al., 2008), propagada predominantemente por sementes, e uma das mais utilizadas na intensificação de sistemas de produção animal a pasto. Em 2007 e 2008, foi verificada a ocorrência de carvão em inflorescências de plantas em uma coleção de 24 genótipos da II Rede Nacional de Pesquisa em *Panicum maximum* (II RNEP), instalada no campo experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Os objetivos específicos deste trabalho foram: (i) avaliar a incidência e a severidade de doenças causadas por fungos fitopatogênicos nos genótipos da Renace II e da II RNEP; (ii) identificar e avaliar a patogenicidade dos fungos associados às lesões-foliares, às inflorescências e às sementes de *P. maximum* e de *P. purpureum*; (iii) determinar o círculo parcial de hospedeiras desses fungos em outras gramíneas cultivadas; e (iv) avaliar a reação dos genótipos de *P. maximum* e de *P. purpureum* aos fungos isolados nas coleções em estudo.

## Principais Resultados

### ***Pennisetum purpureum***

Foram detectados e caracterizados os seguintes patógenos associados às manchas-foliares: (i) *Bipolaris maydis* (Nisikado & C. Miyake) Shoemaker [sinônimos: *Helminthosporium maydis* Nisikado & Miyake e *Drechslera maydis* (Nisikado) Subramanian & P.C. Jain], forma teleomórfica *Cochliobolus heterostrophus* (Drechsler) Drechsler. Os conídios do fungo eram marrons, predominantemente curvos, com as extremidades afiladas, com 4-11 pseudoseptos. As dimensões variaram de 60  $\mu\text{m}$  -130  $\mu\text{m}$  (média de 83  $\mu\text{m}$ ) de comprimento e 12  $\mu\text{m}$ -17  $\mu\text{m}$  (média de 13,5  $\mu\text{m}$ ) de largura (ANJOS et al., 2004; CHARCHAR et al., 2008); (ii) *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., forma teleomórfica Magnaporthe grisea (Herbert) Barr. Seus conídios eram hialinos, tinham a forma de pera com dois septos. As dimensões variaram de 15-36  $\mu\text{m}$  x 5-8,8  $\mu\text{m}$  (CHARCHAR et al., 2006); (iii) *Bipolaris zea* Sivan., forma teleomórfica *Cochliobolus zea* H.S. Chang. As colônias do fungo em BDA + S eram cinza-escuro com o verso da placa também de coloração escura, a partir de seis a sete dias de incubação a 25 + 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. Os conídios eram marrons, predominantemente retos, com as extremidades afiladas, com 3-9 pseudosseptos. As dimensões variaram de 45  $\mu\text{m}$  a 110  $\mu\text{m}$  (média de 72,4  $\mu\text{m}$ ) de comprimento e 12,5  $\mu\text{m}$  a 17,5  $\mu\text{m}$  (média de 15,7  $\mu\text{m}$  de largura).

Dos 36 genótipos de capim-elefante avaliados quanto à reação às manchas-foliares causadas por *B. maydis* e *P. grisea*, oito destacaram-se como resistentes (CNPGL 00-1-3, CNPGL 00-206, CNPGL 00-210,

CNPGL 00-211, CNPGL 00-212, CNPGL 00-213, CNPGL 00-23-1 e Roxo). As demais se comportaram como tolerantes ou suscetíveis (CHARCHAR et al., 2007).

### ***Panicum maximum***

Os ovários da maioria das espiguetas estavam substituídos por soros globosos a ovoides ou irregulares, cujo comprimento variou de 3  $\mu\text{m}$ -6  $\mu\text{m}$  (média 5,17 $\mu\text{m}$ ) de comprimento, com a cor da membrana variando de cinza a marrom e avermelhado na base, com ruptura apical, contendo massas de teliosporos e esporos hialinos bifurcados na forma de Y; embora, à semelhança do que observou Ingold (1987), esses esporos frequentemente apresentavam forma irregular, em vez de um Y bem definido. Os teliosporos eram esféricos a elipsóides, ornamentados com estruturas hialinas semelhantes a verrugas, de cor variando de marrom-escuro a hialino, mas a maioria era marrom-claro, medindo de 10  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$  (média 14,3  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro.

Dos 24 genótipos avaliados quanto à severidade ao carvão, todos estavam com as espiguetas infectadas por *T. ayresii*, revelando que, no grupo avaliado, não existe imunidade ao patógeno. O teste de comparação de médias separou os genótipos em quatro grupos, em função da severidade dos danos causados pelo carvão, sendo: grupo I – formado pelo genótipo PM 46, com a máxima severidade da moléstia (2,08); grupo II – formado por sete acessos, com severidade variando de 1,66 (PM 36) a 1,30 (PM 38); grupo III – formado por cinco genótipos, com severidade variando de 1,24 (PM 42) a 1,14 (PM 30); e grupo III – de menor severidade, com variação de 0,99 (7 genótipos) a 0,79 (PM 31), o que pressupõe maior resistência desse grupo ao carvão.

## **Conclusões e Perspectivas**

Os genótipos PM 44, Vencedor, Milênio, PM 45, PM 43, PM 40, PM 39, PM 32,

Aruana, Massai e PM 31 são promissores e podem ser usados para produção direta ou nos programas de melhoramento de *P. maximum* para resistência ao carvão.

As manchas-foliares do capim-elefante foram causadas predominantemente por *Bipolaris maydis*, *Bipolaris zeae* e por *Pyricularia grisea*.

A suscetibilidade de capim-elefante a *B. maydis* pode comprometer seu estabelecimento no Cerrado, tendo em vista que o patógeno pode reduzir sua persistência e capacidade de produção de massa. Além disso, outras gramíneas hospedeiras de *B. maydis* (capim *Brachiaria*, cevada, capim Pojuca, milheto, trigo e milho) podem desempenhar papel significativo na disseminação desse patógeno, servindo como fonte inicial de inóculo. Portanto, em face da vulnerabilidade dessa espécie, é de fundamental importância que os programas de melhoramento genético visando sua resistência às manchas-foliares causadas por *B. maydis* e por outros patógenos sejam implementados ou fortalecidos.

## Referências

- ANJOS, J. R. N.; CHARCHAR, M. J. A.; ANJOS, S. S. N. *Bipolaris maydis* causando mancha foliar em *Paspalum atratum* cv. Pojuca no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 656-658. 2004.
- CARVALHO, L. A. *Pennisetum purpureum*, Schumacher: revisão. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL, 1985. 86 p. (EMBRAPA - CNPGL. Boletim de Pesquisa, 10).
- CHARCHAR, M. J. A.; ANJOS, J. R. N.; FERNANDES, F. D.; SILVA, M. S.; SILVA, W. A. M. Ocorrência da mancha foliar causada por *Pyricularia grisea* em *Panicum maximum* e em *Pennisetum purpureum* no Cerrado. **Fitopatologia Brasileira** v. 31 (Suplemento), p. 126, 2006.
- CHARCHAR, M. J. A.; VIEIRA, E. A.; ANJOS, J. R. N.; FERNANDES, F. D.; SILVA, M. S.; MICHALSKI, M. V. Avaliação da severidade de mancha foliar em genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no Cerrado do Brasil Central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- CHARCHAR, M. J. A.; ANJOS, J. R. N.; SILVA, M. S.; SILVA, W. A. M. Mancha foliar em capim-elefante no Cerrado do Brasil Central causada por *Bipolaris maydis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 637-639, 2008.

DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M. L.; CÔSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ABREU, J. B. R. de. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 863-869, 2006.

INGOLD, C. T. Ballistospores and blastic conidia of *Tilletia ayresii*, and comparison with those of *T. tritici* and *Entyloma ficariae*. **Transactions of the British Mycological Society**, vol. 88, p. 75-82, 1987.

JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; RESENDE, M. D. V.; CHIARI, L.; CANÇADO, L.; SIMIONI, C. Melhoramento genético de *Panicum maximum*. In: RESENDE, M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 55-88.

REIS, A.; DUBEUX, J. C. B. J.; MELO, R. M. M. F.; MENEZES, M. Mancha ocular do capim elefante em Pernambuco – Brasil e seleção de variedades com resistência à doença. **Summa Phytopathologica**, v. 23, p. 231-235, 1997.

## Participantes do Projeto

Maria José d'Ávila Charchar; José de Ribamar N. dos Anjos;  
Francisco Duarte Fernandes.

# Indicadores Microbiológicos para Avaliação da Qualidade do Solo e da Sustentabilidade dos Agroecossistemas

*Ieda de Carvalho Mendes; Fábio Bueno dos Reis-Júnior; Mariangela Hungria; Marcelo Ferreira Fernandes; Fábio Martins Mercante; Marcelo Gonçalves Narciso*

## Introdução

O maior desafio para a agricultura do século XXI está na resolução de uma equação que envolve o aumento da produção de alimentos baratos e saudáveis a um baixo custo ambiental. A solução dessa equação, por sua vez, não pode negligenciar o componente biológico do solo – representado pelas raízes vivas, microrganismos, micro, meso e macrofauna –, pois ele apresenta uma estreita inter-relação com os componentes físicos e químicos. A definição de qualidade do solo proposta por Doran e Parkin, 1994 – capacidade de o solo funcionar, dentro dos limites do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade da água e do ar e promover a saúde de plantas e animais – também evidencia a importância do componente biológico, uma vez que a maquinaria biológica é a principal responsável pelo seu “funcionamento”.

Embora haja consenso entre pesquisadores e agricultores de que a manutenção/melhoria da qualidade do solo é um elemento chave para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a avaliação dessa qualidade não é uma tarefa fácil. A multiplicidade de fatores químicos, físicos e biológicos que controlam os processos biogeoquímicos e suas variações em função do tempo e espaço, aliados à complexidade do solo, estão entre os fatores que dificultam a capacidade de acessar a sua qualidade

e identificar parâmetros-chaves que possam servir como indicadores do seu funcionamento. Por essa razão, um conjunto mínimo de indicadores englobando atributos físicos, químicos e biológicos devem ser utilizados, uma vez que nenhum indicador individualmente irá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo.

Os microrganismos do solo são responsáveis por serviços ambientais de importância fundamental, tais como os processos de formação do solo, decomposição de resíduos orgânicos (animais e vegetais), fixação biológica de nitrogênio, ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica, biorremediação de poluentes e agrotóxicos, entre outros. A participação dos microrganismos em todos esses processos justifica a inclusão dos indicadores biológicos ou bioindicadores nos índices de qualidade do solo e a necessidade de estudos visando selecionar quais seriam os mais apropriados para esse fim. Como o estabelecimento de diferentes agroecossistemas influencia diretamente a biota do solo e os processos realizados por ela, o uso de bioindicadores emerge como um componente importante dos estudos envolvendo a avaliação da qualidade dos solos agrícolas, em razão da sua sensibilidade para detectar, com mais antecedência que os parâmetros físicos e químicos, alterações que ocorrem nesse ambiente em função do seu uso e manejo, seja ele mantenedor, melhorador ou degradador da qualidade (DORAN, 1980; DICK, 1994; MATSUOKA et al. 2003; SILVA et al., 2009).

Identificar e monitorar os bioindicadores que avaliassem, precocemente e de modo eficaz, as alterações que ocorrem no solo, indicando os manejos adequados para preservar/melhorar sua qualidade e garantir a sustentabilidade dos agroecossistemas; formar uma base de dados microbiológicos para subsidiar estudos sobre o impacto de sistemas agrícolas nas propriedades físico-químicas, na ciclagem de nutrientes/ dinâmica da matéria orgânica e elaborar um índice para avaliação da qualidade dos solos e da sustentabilidade dos agroecossistemas foram os principais objetivos da fase I do Projeto Uso de Parâmetros Microbiológicos como Bioindicadores para Avaliar a Qualidade do Solo e a Sustentabilidade dos Agroecossistemas (02.03.1.01), do macroprograma 2 da Embrapa.

O início efetivo do projeto ocorreu em junho de 2004 e seu término ocorreu em março de 2008. O projeto abrangeu agroecossistemas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Nordeste. Foram avaliados cultivos anuais de grãos em sistemas de plantio direto e plantio convencional; sistemas de cultivos orgânicos e convencionais com hortaliças; sistemas semiperenes com cana de açúcar; sistemas perenes com pastagens e sistemas integrados lavoura/pecuária. Em cada local, as comparações entre os diferentes sistemas de manejo foram realizadas utilizando como referência áreas nativas próximas às áreas experimentais. Os parâmetros microbiológicos avaliados foram: o carbono da biomassa microbiana, a atividade enzimática do solo (enzimas associadas aos ciclos do C, S e P), o teor de C mineralizável e as diversidades genotípica e funcional das comunidades microbianas. O projeto envolveu pesquisadores e técnicos da Embrapa Cerrados, Embrapa Soja, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Informática Agropecuária, Embrapa Cenargen, Iapar, UFMT, UFV e Cirad.

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

- (1) Geração de resultados para a formação de um banco de dados sobre biomassa microbiana e atividade bioquímica de solos brasileiros sob os principais sistemas de manejo adotados na agricultura: plantio direto e convencional, sistemas integrados lavoura pecuária, sistemas de cultivo orgânico e convencional de hortaliças, sistemas florestais (pinus e eucalipto).
- (2) Constatação de que os impactos da atividade agrícola nas propriedades microbiológicas dos solos de Cerrado, na profundidade de 0 cm a 10 cm, envolvem reduções acentuadas na biomassa microbiana e nas atividades das enzimas fosfatase ácida e arilsulfatase (ciclagem de P e S orgânicos), acompanhadas de aumentos nas taxas de mineralização de CO<sub>2</sub> (respiração microbiana) e na atividade da enzima β-glicosidase (ciclo do C).

- (3) Comprovação dos benefícios que os sistemas de manejo conservacionistas podem promover por meio de tendências de maiores índices de qualidade de solo (IQS) e maiores níveis de biomassa microbiana e de atividades das enzimas  $\beta$ -glicosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida nos sistemas com pastagens consorciadas (contínuas e em rotação com culturas anuais), plantio direto e cultivo orgânico (MENDES et al., 2008).
- (4) Constatação de que os parâmetros microbiológicos foram eficientes para detectar mudanças que ocorreram no solo, reforçando a importância da inclusão dos mesmos nos estudos de impacto ambiental e de avaliação da qualidade de solo (SANT'ANNA et al., 2009; SILVA et al., 2009).
- (5) Na região do Cerrado, as avaliações de atividade enzimática se destacaram entre os parâmetros avaliados, pela sua sensibilidade, coerência, precisão, simplicidade e custo. Em médio prazo, essas análises são as que mais se habilitam a serem utilizadas em larga escala pelos laboratórios de análises de solo instalados na região (SILVA, 2008; SILVA et al., 2009).
- (6) Na Região Sul, o carbono da biomassa microbiana e o quociente metabólico  $qCO_2$  foram identificados como os bioindicadores mais adequados para monitorar diferenças associadas ao manejo do solo e das culturas. Mais estudos sobre a atividade enzimática nos solos dessa região ainda são necessários (FRANCHINI et al., 2007; HUNGRIA et al., 2009).
- (7) Na Região Nordeste, foram estudados sistemas de manejo com cana colhida após queima da palhada (CQ), cana colhida sem queima (CC) e cultivo de cana orgânica (CO). Uma área sob mata nativa (MN) adjacente foi utilizada como referência. As diferenças foram mais acentuadas nas amostras coletadas na estação chuvosa. Embora o carbono orgânico total não tenha diferido entre os três manejos de cana, a atividade enzimática total do solo, determinada pelo ensaio de redução da fluoresceína diacetato

(FDA), durante a época chuvosa, decresceu de acordo com a seqüência:  $MN > CO > CC > CQ$  evidenciando a sensibilidade desse bioindicador para detectar alterações no funcionamento solo em período anterior ao de alterações na matéria orgânica total (SANT'ANNA et al., 2009).

- (7) Em termos de publicações, foram publicados: 6 artigos técnico-científicos, em revistas "Qualis A"; 7 Capítulos de Livro; 1 tese de doutorado; 2 dissertações de mestrado; 2 monografias de curso de graduação; 1 monografia de curso de aperfeiçoamento; 27 trabalhos em Anais de Congressos (trabalhos completos e resumos expandidos); 3 Séries Documentos da Embrapa; 2 Boletins de Pesquisa (Embrapa) e 1 artigo na mídia. Outro destaque é que, durante a fase I do projeto, foram treinados mais de 20 bolsistas em todos os níveis: médio, graduação e pós-graduação.

## Conclusões e Perspectivas

Conforme previsto inicialmente, os aspectos inovadores da pesquisa com bioindicadores, aliados à complexidade e abrangência do assunto, demandam a continuidade do estudo, numa fase II, para que o objetivo principal do projeto seja atingido com sucesso. Processo semelhante ocorreu com os indicadores químicos de fertilidade de solo, em que vários anos de pesquisa foram necessários para que os métodos de amostragem de solo e os níveis críticos (muito baixo, baixo, médio, adequado e alto) desses indicadores fossem relativamente bem definidos para cada elemento e tipo de solo e, mais recentemente, tipo de manejo. Assim, a fase II dará continuidade aos estudos ampliando os agroecossistemas avaliados (inclusão de sistemas de produção com algodão e cultivos destinados a agroenergia), tipos de solo (inclusão dos solos nequartzarênicos, de textura arenosa, do oeste baiano) e incluindo novos bioindicadores em alguns dos locais avaliados (glomalina e celulase). A padronização de metodologias e formas de amostragem serão novamente enfatizados e agora, nessa nova fase, sob os princípios das boas práticas laboratoriais (BPLs).

Existe no cenário atual uma forte demanda de pesquisa sobre “Bioindicadores de qualidade solo”, tema complexo, de abrangência nacional, cujas respostas não podem ser atendidas por projetos de pesquisa isolados. É nosso entendimento que o futuro da utilização dos bioindicadores nos estudos de qualidade dos solos brasileiros exige um esforço em âmbito nacional para a realização de avaliações sistemáticas para se medir e interpretar os parâmetros que sirvam adequadamente como bioindicadores, padronizando os métodos desde a amostragem, a estocagem e o pré-tratamento das amostras até os procedimentos analíticos e a apresentação dos resultados. Embora já existam atualmente iniciativas nesse sentido no País como o próprio Projeto Uso de Parâmetros Microbiológicos como Bioindicadores para Avaliar a Qualidade do Solo e a Sustentabilidade dos Agroecossistemas, a articulação/estruturação de uma rede “Rede Brasileira para Monitoramento da Qualidade de Solos Agrícolas”, com arranjo multi-institucional e caráter transdisciplinar, seria uma forma de agregar todos os especialistas envolvidos no assunto. Esse esforço favoreceria a otimização dos recursos investidos na pesquisa e auxiliaria na comparação dos resultados obtidos em diferentes pontos do território nacional.

## Referências

- DICK, R. P. Soil enzymes activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. **Soil Science Society of America Journal**, 1994. p. 107-124. (Special Publication number, 35).
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. **Soil Science Society of America Journal**, 1994. p. 107-124. (Special Publication number, 35).
- DORAN, J. W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, p. 765-771. 1980.
- FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 92, p. 18-29, 2007.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v. 42, p. 288-296, 2009.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste- MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 425-433, 2003.

MENDES, I. C.; SILVA, L. G. da.; REIS JUNIOR, F. B.; TOTOLA, M. R.; VILELA, L. Cálculo de um índice de qualidade de solo para diferentes agroecossistemas do Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, IX; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICAIS, II, 2008, Brasília. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

SANT'ANNA, S. A. C.; FERNANDES, M. F.; MELLO IVO, W. M. P.; COSTA, J. L. S. Evaluation of Soil Quality Indicators in Sugarcane Management in Sandy Loam Soil. **Pedosphere**. v. 19, p. 312-322, 2009.

SILVA, L. G. **Uso e monitoramento de indicadores microbiológicos para avaliação da qualidade dos solos de cerrado sob diferentes agroecossistemas**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um latossolo de cerrado sob plantio de espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 613-620, 2009.

## Participantes do Projeto

Ieda de Carvalho Mendes; Fábio Bueno dos Reis-Junior;  
Mariangela Hungria; Marcelo Ferreira Fernandes; Fábio Martins Mercante;  
Marcelo Gonçalves Narciso.

# Organização, Tratamento, Armazenamento e Disseminação de Informações Tecnológicas para o Agronegócio na Internet

*Maria Elisabeth Salviati; Rosângela Lacerda de Castro; Rosângela Galon Arruda; Rosane Mendes Parmagnani; Lígia Sardinha Fortes*

## Introdução

O desenvolvimento do setor agrícola está diretamente relacionado com o aumento da produção e da produtividade, da qualidade e eficiência de produtos e processos, mediante a redução dos custos e a recuperação e preservação do meio ambiente. Esses fatores só são contemplados com a utilização de tecnologia.

As tecnologias, contudo, necessitam de canais apropriados para serem disseminadas, a partir dos órgãos geradores até os usuários finais, e, assim, serem adotadas pelos produtores. Esses canais necessitam ser mecanismos rápidos e eficientes, de forma a transmitir informações sempre correntes e de acordo com as necessidades reais e atuais da comunidade rural.

Na Embrapa, os canais mais utilizados para transmitir informação têm sido: publicações impressas, bases de dados bibliográficas, seminários, palestras, cursos, dias de campo, unidades de demonstração e unidades de observação, visitas, rádio, televisão e vídeos.

É, no entanto, a publicação impressa o canal mais utilizado, haja vista o volume de publicações geradas anualmente por cada Unidade da Empresa. Em 2007, foram publicados 907 artigos e publicações técnico-científicas na Embrapa Cerrados; 2.104 na Embrapa Recursos

Genéticos e Biotecnologia e 467 na Embrapa Hortaliças. A publicação impressa, juntamente com as bases de dados bibliográficas, tem grande importância, especialmente, na transferência de informações da fase da pesquisa para a extensão.

Porém o processo de geração dessas publicações, desde a editoração até a impressão final, é bastante moroso. Esse fato ocasiona um problema real quando é necessária a divulgação de informações correntes, como acontece com as tecnologias agropecuárias. Muitas vezes, quando a publicação está no prelo, já se encontra desatualizada. E a sua atualização só pode ser realizada por meio de nova edição, que, por sua vez, conduzirá a repetição desse ciclo vicioso.

Além da dificuldade de atualizar o conteúdo, a publicação impressa possui também alto custo de impressão e de manutenção dos canais de distribuição. A inclusão de fotografias e desenhos coloridos com cunho didático – tão necessário ao processo de transferência de tecnologia – eleva extraordinariamente os custos.

O material empregado – o papel – apresenta rápida deterioração e necessidade de grande espaço físico para o seu armazenamento.

Apesar disso, a publicação impressa tem o seu lugar como meio prático de transmissão de informações, pois possibilita facilidade de leitura em qualquer lugar, sem necessidade de hardware, grande portabilidade e o recurso de anotação e sublinhamento no próprio texto.

Todavia, paralelamente, a mídia eletrônica já mostra a sua importância. Dados divulgados em março de 2007 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que 32,1 milhões de brasileiros, cerca de 21,9 % da população acima dos 10 anos de idade, utilizam a rede mundial de computadores – a Internet – no País (BRENDLER, 2007). O número é expressivo, e coloca o Brasil como o primeiro país da América Latina e o quinto no mundo no uso da internet.

Dessa maneira, a publicação eletrônica vem complementar os outros canais já existentes para a difusão e transferência de tecnologias agropecuárias. Ela tem como principais vantagens a atualização rápida

e fácil; a possibilidade de integrar diversas mídias como som, animação e vídeo; o intercâmbio de dados e as facilidades de consulta e de recuperação de informação, proporcionadas por aplicativos altamente interativos.

Este trabalho visou organizar, tratar, armazenar e tornar disponíveis, por meio da rede mundial de computadores, ao público formado por pesquisadores, professores, estudantes, agentes de desenvolvimento rural, produtores e à sociedade em geral as publicações técnico-científicas geradas pela Embrapa Cerrados e três Unidades parceiras: Embrapa Hortaliças, Embrapa Informação Tecnológica e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Para tornar disponíveis essas publicações, foi necessária estruturação das informações, criação de mecanismos e recursos de biblioteca eletrônica para consulta e recuperação da coleção – principal objetivo deste estudo.

A Biblioteca Eletrônica pode ajudar os estudantes, técnicos e pesquisadores a produzir trabalho de melhor qualidade por meio da aprendizagem investigativa. Porém, para tornar disponível essas publicações na Internet, é necessário organizá-las e sistematizá-las de forma que elas possam ser armazenadas e recuperadas de maneira fácil e eficiente. Esse serviço facilita o armazenamento, a transmissão e a recuperação grandes volumes de informação que seriam extremamente difíceis de serem gerenciados manualmente, contribuindo para a redução de recursos de pessoal e espaço, exigidos para comportar uma biblioteca convencional, além de melhorar a qualidade e o acesso aos serviços de informação.

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

Obteve-se como resultado desse projeto:

- 978 publicações técnico-científicas (conforme dados de setembro de 2007) disponíveis na íntegra para acesso pela Internet por

meio do site das Bibliotecas Eletrônicas das quatro Unidades participantes, assim distribuídas:

- 706 na Embrapa Cerrados.
  - 61 na Embrapa Informação Tecnológica.
  - 150 na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
  - 61 na Embrapa Hortaliças.
- Modelo para a organização, o armazenamento, a consulta e a recuperação de informações sobre tecnologias agropecuárias.
  - Manual de Procedimentos Operacionais.

Apesar do crescimento vertiginoso da Internet no País, demonstrado nas estatísticas oficiais e pela mídia, os estudos realizados visando caracterizar os usuários da rede mundial de computadores não são suficientes para mensurar a dimensão e analisar os seus reflexos em se tratando da busca e uso de informação técnico-científica. Praticamente inexistente uma avaliação científica e qualitativa dos sites com relação ao seu papel no trabalho, na educação e na ampliação da cidadania.

Visando suprir essa lacuna e nos certificarmos do uso desse instrumento junto à comunidade da rede mundial de computadores, realizamos uma avaliação preliminar qualitativa da Biblioteca Eletrônica da Embrapa Cerrados. Aplicou-se questionário a todos os usuários que consultaram a página pelo período de dois meses (maio/junho de 2007).

As questões foram elaboradas em linguagem simples e objetiva, evitando-se o uso da terminologia inacessível à população em geral. A maioria das questões foi do tipo fechado, facilitando a reunião de dados. Após a coleta de dados, os mesmos foram codificados e, então, analisados por meio do Excel.

Todo usuário que consultou a página, nesse período, foi cadastrado (total de 1.131). O cadastro teve o objetivo identificá-lo quanto à

profissão, instituição e estado de origem. Os usuários que retornaram à página (total de 223) responderam, também, as questões relativas à avaliação.

Constatamos pelos resultados do questionário aplicado que 90 % dos usuários apontaram como satisfatório, fácil ou muito fácil a realização de consultas por cada um dos pontos de acesso (autor, título, assunto e consulta avançada).

Com relação ao tempo de carga das páginas, às instruções de consulta, ao leiaute e à terminologia, mais de 90 % dos usuários consideraram esses itens como satisfatório, bom ou ótimo. E para o menu de navegação, mais de 90 % o consideraram como satisfatório, fácil ou muito fácil.

## **Conclusões e Perspectivas**

Os benefícios proporcionados pela Biblioteca Eletrônica são muitos. Os usuários podem acessar as informações de qualquer lugar, em diversos pontos da rede. Não é, portanto, restrita a um local físico. Já que o acesso às informações pode ser feito de casa, do escritório ou de qualquer outro lugar, pela Internet, o usuário não precisa possuir fisicamente a informação. E, portanto, ele não necessitará de espaço físico para o armazenamento dos documentos.

Outro benefício é a disponibilidade infinita de cópias de qualquer um dos itens existentes, diferentemente da biblioteca tradicional, em que o empréstimo de um item é limitado a apenas um usuário por vez.

Além disso, o leitor, conectado à rede, pode estabelecer contatos com os autores das publicações para troca de impressões, esclarecimentos e comentários sobre o texto.

Em virtude dos benefícios proporcionados, a Biblioteca Eletrônica ajusta-se às condições presentes do ensino, da pesquisa e da extensão rural, que necessitam obter informações sempre atualizadas e de

maneira fácil e rápida, sem precisar investir muito em instalações, equipamentos, pessoal ou treinamento.

Salienta-se, no entanto, a necessidade de realização de novos estudos de usuários para identificar a capacidade e a habilidade dos usuários em encontrar informação útil que eles desejam.

Desde a década de 1970, quando surgiram os primeiros sistemas automatizados para recuperação de informação, os usuários das bibliotecas e centros de informação têm se deparado com um grande desafio: como usar a tecnologia para ajudá-lo a encontrar a informação que ele precisa?.

Um termo novo tem surgido na literatura que trata especificamente desse aspecto. Em Dudziak (2001) e Dudziak (2003), o autor traz a definição de *information literacy* como a capacidade do usuário de buscar e usar informação, incluindo habilidades e técnicas para utilizar ferramentas de acesso à informação.

A Internet cada vez mais é utilizada para a obtenção de informação para o trabalho, estudo e pesquisa, bem como para o exercício da cidadania.

O estudo de usuários é uma metodologia válida e necessária para avaliarmos a satisfação do usuário quanto aos produtos e serviços oferecidos na rede. Conhecer suas necessidades é de importância primordial para delinear produtos e serviços que contribuam para viabilizar o processo de transferência de tecnologia.

Essa avaliação preliminar foi útil também para identificação de falhas na coleta de dados: correção do cadastro e questionário, questões que necessitam ser aguçadas e acrescentadas visando novos enfoques de pesquisa.

Será objeto de novo estudo (projeto aprovado e apresentado ao macroprograma IV) levantar o perfil do usuário e efetuar uma avaliação

mais precisa quanto às formas de acesso à informação. Está previsto verificar o grau de satisfação de usuários quanto à eficiência da consulta e recuperação de informações. O resultado dessa pesquisa proporcionará subsídios para delinear novos produtos e serviços para viabilizar o processo de transferência de tecnologia.

## Referências

- BRENDLER, A. **Brasil ocupa 62ª posição no mundo em relação ao uso da internet**. Rio de Janeiro: Agência Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/03/23/materia.2007-03-23.7911528198/view>> Acesso em: 19 ago. 2007.
- DUDZIAK, E. A. **A information literacy e o papel educacional das bibliotecas**. 2001. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- DUDZIAK, E. A. Information literacy: princípios, filosofia e prática. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 23-35, jan./abr. 2003.
- EMBRAPA. **Plano anual de trabalho – ano 2007**. Relatório de metas quantitativas: Cenargen, 2007. Disponível em: <<http://www2.sede.embrapa.br:8080/aplic/pat.nsf/largada>>. Acesso em: 12 ago. 2009.
- EMBRAPA. **Plano anual de trabalho – ano 2007**. Relatório de metas quantitativas: CPAC. Disponível em: <<http://www2.sede.embrapa.br:8080/aplic/pat.nsf/largada>>. Acesso em: 12 ago. 2009.
- EMBRAPA. **Plano anual de trabalho – ano 2007**. Relatório de metas quantitativas: CNPH. Disponível em: <<http://www2.sede.embrapa.br:8080/aplic/pat.nsf/largada>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

## Participantes do Projeto

Maria Elisabeth Salviati; Rosângela Lacerda de Castro; Rosângela Galon Arruda; Rosane Mendes Parmagnani; Ligia Sardinha Fortes.

# Cartografia de Paisagens do Bioma Cerrado e Funcionamento de Solos Representativos

---

*Eder de Souza Martins*

*Adriana Reatto*

## Introdução

O Bioma Cerrado ocupa uma área de 206 milhões de hectares e é nuclear em relação aos outros biomas: Floresta Amazônica, Pantanal, Caatinga, Campos e Mata Atlântica (Fig. 1). Assim, com essa extensão, apresenta características climáticas variáveis, com precipitações anuais variando de 600 mm a 2.200 mm. Os materiais de origem encontrados representam diferentes tipos de rocha – sedimentar, metamórfica e ígnea – e composições variadas. Dominam relevos planos, com superfícies de aplainamento em diversos níveis de dissecação, mas também ocorrem relevos complexos, fortemente controlados pela organização litoestrutural. O bioma apresenta uma biodiversidade complexa, e as relações ecológicas mostram diversos ambientes com funcionamento ainda pouco compreendido. O solo – resultado de cinco variáveis interdependentes, denominadas de fatores de formação dos solos (clima, organismos, material de origem, relevo e tempo) – pode ser considerado o meio integrador e de unidade de estudo para o entendimento do funcionamento do ambiente, observado em diferentes escalas.

Este trabalho constitui uma síntese dos resultados obtidos no Projeto Cartografia de Paisagens do Bioma Cerrado e Funcionamento de Solos Representativos, do Macroprograma 2 02.03.2.05.00, o qual foi desenvolvido entre abril de 2004 e abril de 2008.

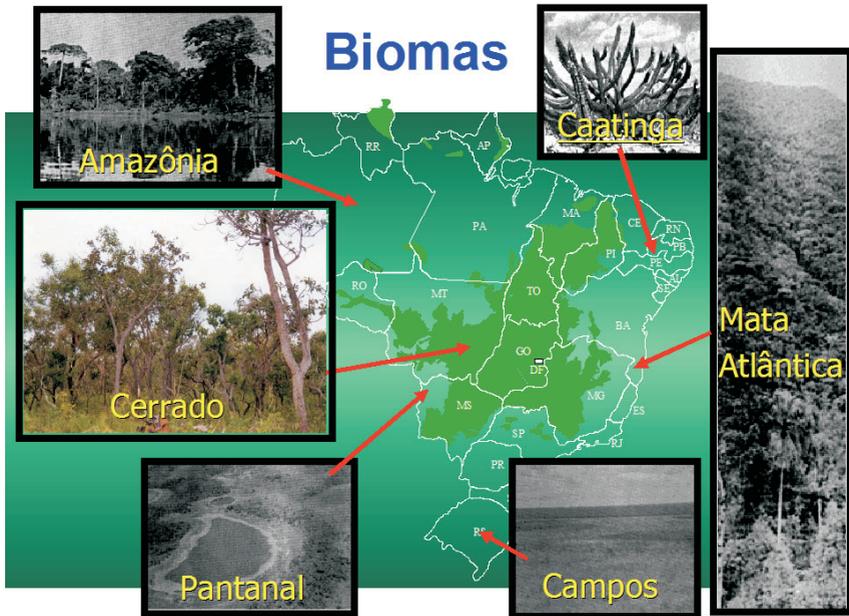
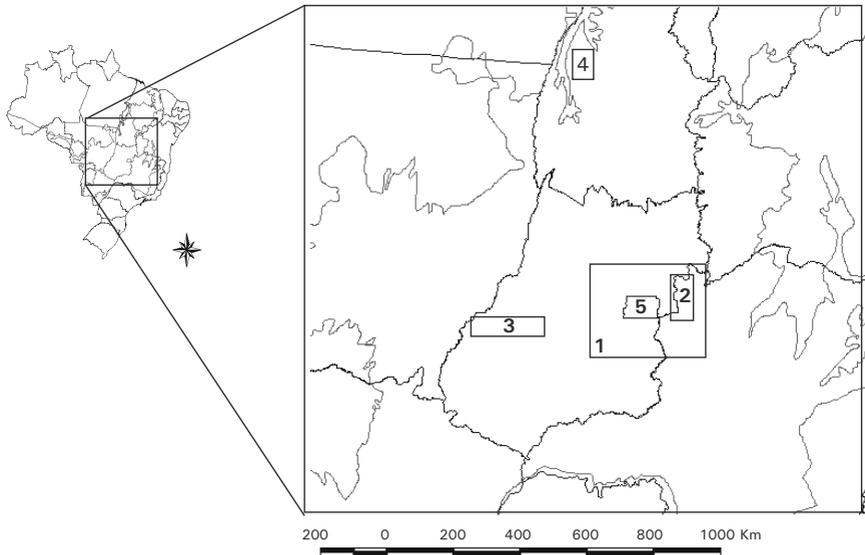


Fig. 1. Esquema mostrando o Bioma Cerrado e sua relação com outros biomas.

O objetivo do projeto foi estudar o funcionamento de solos do Bioma Cerrado, com a finalidade de relacionar os fatores edáficos, antrópicos e ambientais que interferem na variabilidade de padrões de paisagem desse bioma. As unidades de observação ou escalas de trabalho, nos níveis regionais e de paisagem, foram bacias hidrográficas e topossequências representativas dos fatores citados (Fig. 2). Nas escalas locais e de detalhe, foram selecionadas áreas-piloto pertencentes às bacias estudadas. A sistematização cartográfica e o desenvolvimento de bases de dados integrados foram avaliados tanto na escala regional como na de paisagem, a partir de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e levantamento de dados de atributos do solo. O levantamento de dados, ao nível de catena e de pédon, permitiu estudar o funcionamento do solo em condições naturais e antrópicas, a partir de ferramentas de avaliação de atributos físicos, químicos, mineralógicos, micromorfológicos e biológicos. Os resultados alcançados, em diferentes escalas, podem ser utilizados como suporte para tomada de decisões na conservação ambiental e na recuperação de áreas degradadas.



**Fig. 2.** Localização das áreas de estudo do Projeto. A linha em vermelho é o limite do Bioma Cerrado. 1 – Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF). Cartografia de paisagem, escala 1:250.000. 2 – Região de Unaf, Paracatu e Vazante, MG. Distribuição de metais, cartografia de paisagem, escala 1:250.000, e topossequências. 3 – Transecto Goiânia-Barra do Garça, GO. Distribuição de alumínio e cartografia de paisagem, escala 1:250.000. 4 – Região de Natividade, TO. Estudo do funcionamento do solo em relação ao babaçu, em topossequências. 5 – Experimentos de integração agricultura-pecuária na Embrapa Cerrados, com estudo do funcionamento físico-hídrico, de macrofauna do solo e de vegetação espontânea. Estudo do funcionamento mineralógico e físico-hídrico de Latossolos.

## Principais Resultados e Tecnologias Obtidos

O projeto foi organizado em cinco planos de ação com os seguintes objetivos:

1. Caracterização e organização de paisagens do Planalto Central, com o objetivo de desenvolver e atualizar banco de dados sobre o Planalto Central, informatizado e georreferenciado, desenvolvido com informações de paisagem, pedológicas, geoquímicas e de uso da terra.

2. Distribuição espacial e dinâmica de elementos-traço e do alumínio em solos do Planalto Central, com o objetivo de desenvolver modelos conceituais das relações da disponibilidade de elementos tóxicos com a mineralogia e características físico-químicas em Latossolos.

3. O papel da mineralogia na organização estrutural de Latossolos do Bioma Cerrado, com o objetivo de desenvolver modelos conceituais das relações físico-hídricas com a mineralogia de Latossolos.

4. Distribuição do Babaçu na paisagem: planta espontânea, invasora e útil, com o objetivo de definir parâmetros ecológicos sobre a dinâmica da população de babaçu em áreas cultivadas.

5. Biodiversidade e funcionamento do solo na integração lavoura-pecuária, com o objetivo de desenvolver indicadores biológicos (vegetação, macrofauna) e físico-químicos sobre níveis de degradação do solo em diversas condições agrônômicas.

A Tabela 1 mostra uma síntese dos resultados obtidos no projeto. As publicações do Projeto são apresentadas nas referências.

**Tabela 1.** Descrição dos resultados obtidos no projeto.

<b>Título</b>	<b>Descrição sucinta do resultado</b>	<b>Impactos potenciais do resultado</b>
1 Banco de Dados de Solos	Banco de Dados de Solos escala 1:250.000 sobre solos e paisagens do Planalto Central	Manejo de recursos naturais Planejamento ambiental Análise de impacto de uso da Terra
2 Conhecimento sobre a relação da mineralogia e parâmetros físico-hídricos de latossolos	Relações sobre os parâmetros físico-hídricos e mineralogia	Explicação sobre o comportamento físico-hídrico de latossolos do Planalto Central
3 Conhecimento sobre o comportamento de elementos traços em solos	Relações dos elementos traços com o material de origem e mineralogia dos solos	Aplicação de modelos de comportamento dos elementos traços e sua bioacumulação

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

<b>Título</b>	<b>Descrição sucinta do resultado</b>	<b>Impactos potenciais do resultado</b>
4 Metodologia de mapeamento de babaçu	Metodologia de mapeamento da ocorrência de babaçu em baixa densidade	Quantificação de recursos naturais biológicos
5 Conhecimento sobre a macrofauna em solos manejados em sistemas de integração agricultura-pecuária	Relações de ocorrência da macrofauna em solos sob sistema de integração agricultura-pecuária	Análise dos impactos de sistemas de manejo

## Conclusões e Perspectivas

Os estudos cartográficos e de funcionamento de solos nas áreas selecionadas para o projeto mostram que os padrões de uso são relacionados com a distribuição dos solos e o funcionamento hídrico e biológico nas diversas escalas de observação.

Essas modificações da paisagem, com diferentes tipos de impacto nos solos, sugerem futuras pesquisas de modelos geoambientais do uso da terra e seu impacto no funcionamento hídrico e biológico da paisagem.

## Referências

- BECQUER, T.; LE CRANN, A.; CHARDOT, V.; GARNIER, J.; ECHEVARRIA, G.; QUANTIN, C.; MARTINS, E. S. **Teores de níquel e cromo dos solos do maciço máfico-ultramáfico de Niquelândia (Goias)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. Recife, PE, 2005.
- BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; PASINI, A.; GUIMARÃES, M. F.; BOBILLIER, B. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). **European Journal of Soil Biology**, v. 40, n. 3-4, p. 147-154, 2004.
- BROSSARD, M.; BODDEY, R. M.; BLANCHART, E. Soil processes under pastures in intertropical areas. Preface to a Special issue of Agriculture. **Ecosystems and Environment**, v. 103, p. 267-268, 2004.

BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversion du cerrado en pâturages cultivés et fonctionnement des Ferralsols. **Cahiers Agricoles**, v. 14, n.1, p. 64-69, 2005.

BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 153-168, 2005.

BURAK, D. L.; BECQUER, T.; FONTES, M. P. F.; MARTINS, E. S. Spatial distribution of Zn in Oxisols in the region of Unaf, MG. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES, **Proceedings...**Buzios, Brazil. n. 4, 2004. Painel and CD-ROM.

BURAK, D. L.; MONTAGNON, F.; BECQUER, T.; MARTINS, E. S.; REATTO, A.; FONTES, M. P. F. Distribution of Pb, Zn and Cd in a toposequence developed under calcareous formations in Paracatu, MG. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES. **Proceedings...** Buzios, Brazil. n. 4, 2004. Painel and CD-ROM.

FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; MARTINS, E. S.; REATTO, A.; BROSSARD, M.; BECQUER, T.; OLIVEIRA, O. R. **Solos derivados de rochas básicas do bioma Cerrado nos estados de Goiás e Minas Gerais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. Recife, PE, 2005.

GARNIER, J.; QUANTIN, C.; MARTINS, E.S.; BECQUER, T. **Solid speciation and availability of chromium in ultramafic soils from Niquelândia, Brazil**. In: SYMPOSIUM ON THE GEOCHEMISTRY OF THE EARTH'S SURFACE (GES-7), 7<sup>th</sup>, Aix-en-Provence, France, 2005.

GARNIER, J.; MARTINS, E.S.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. **Chromium in Ultramafic soils from Niquelândia, Brazil**. In: COLOQUIO INTERNACIONAL METALES: MEDIO AMBIENTE Y SALUD, La Paz, Bolivia, 2006.

GARNIER, J.; QUANTIN, C.; BECQUER, T.; MARTINS, E.S. **Chromium in Ultramafic soils from Niquelândia, Brazil**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERPENTINE ECOLOGY, 5<sup>th</sup>, Siena, Italy, 2006.

GARNIER, J.; QUANTIN, C.; MARTINS, E. S.; BECQUER, T. Solid speciation and availability of chromium in ultramafic soils from Niquelândia, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, n. 88, p. 206-209, 2006.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; CARMONA, R.; VILELA, L. Spontaneous vegetation in integrated crop-pasture systems. In: THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION MEETING: FRONTIERS IN TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION, **Proceedings...** Uberlândia, MG, 2005.

IKEDA, F. S. **Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem**. 2007. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB.

LIMA, J. A. S. ; SILVA, E. M. ; EID, N. J. ; MARTINS, E. S. ; KOIDE, S. ; REATTO, A. Desenvolvimento e verificação de métodos indiretos para a estimativa da erodibilidade dos solos da bacia experimental do alto Rio Jardim-DF. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, p. 21-34, 2007.

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do Cerrado**: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna. 2007. 153 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; LAVELLE, P.; BECQUER, T. Incidence of cropland integrated systems on the macrofauna biodiversity in a cerrado oxisol: preliminary results. In: THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION MEETING: FRONTIERS IN TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION, **Proceedings...** Uberlândia, MG, 2005.

MARTINS, E. S.; CARVALHO JR, O. A.; MELLO, G.A.; REATTO, A.; MORAES, R. A. V.; PIRES, A. C. B.; GUIMARÃES, R. Mapeamento da superfície basal do manto de intemperismo pelo comportamento da resistividade elétrica do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, p. 15-28, 2008.

MITJA, D.; MARTINS, E. S.; SILVA, J. C. S.; MIRANDA I. S. Biodiversité: les Palmiers, Babaçu, exploitation d'une invasion. **Sciences au Sud**, n. 38, p. 10, 2007.

REATTO, A.; BRUAND, A.; SILVA, E. M.; MARTINS, E. S.; BROSSARD, M. Hydraulic properties of the diagnostic horizon of Latosols of a regional toposequence across the Brazilian Central Plateau. **Geoderma**, v. 139, p. 51-59, 2007.

REATTO, A.; BRUAND, A.; MARTINS, E. S.; MULLER, F.; SILVA, E. M.; CARVALHO JR, O. A. ; BROSSARD, M. ; RICHARD, G. Development and origin of the microgranular structure in latosols of the Brazilian Central Plateau: significance of texture, mineralogy, and biological activity. **Catena**, v. 76, p. 122-134, 2009.

REATTO, A.; BRUAND, A.; MARTINS, E.S.; MULLER, F.; SILVA, E.M.; CARVALHO JR, O. A.; BROSSARD, M. Variation of the kaolinite and gibbsite content at regional and local scale in latosols of the Brazilian Central Plateau. **Comptes Rendus. Géoscience**, v. 340, p. 741-748, 2008.

REATTO, A.; SILVA, E. M.; BRUAND, A.; MARTINS, E. S.; LIMA, J. E. F. W. Validity of the centrifuge method for determining the water retention properties of soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 72, p. 1547-1553, 2008.

REATTO, A. **Nature et propriétés de l'horizon diagnostique de Latosols du Plateau Central brésilien**. (PhD thèses) Université d'Orléans – France, 2009. Disponível em: <<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00372888/fr/>> .

REEVES, R. D.; BAKER, A. J. M.; BECQUER, T.; ECHEVARRIA, G.; MIRANDA, Z. J. G. The Flora and Biogeochemistry of the Ultramafic Soils of Goiás State, Brazil. **Plant and Soil**, 2007.

REEVES, R. D.; BAKER, A. J. M.; BECQUER, T.; ECHEVARRIA, G. **The flora and biogeochemistry of the ultramafics of Goiás State, Brazil: an update**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERPENTINE ECOLOGY, 5<sup>th</sup>, Siena, Italy, 2006.

SILVA, A. V.; FARIAS, M. F. R.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; BROSSARD, M.; BECQUER, T.; OLIVEIRA, O.R. **Caracterização e distribuição das principais classes pedológicas do Planalto Central brasileiro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXX, Recife, PE, 2005.

SILVA, A.V.; MARTINS, E. S.; CARVALHO JR., O. A.; FARIAS, M.F.R.; BROSSARD, M. **Proposta de atualização dos limites do Planalto Central a partir do Modelo Numérico de Terreno derivado de imagens SRTM e critérios geológicos: uma versão preliminar**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, Natal, RN, 2007.

SILVA, M. R.; OLIVEIRA, S. N.; MARTINS, E. S.; CARVALHO JR., O. A.; MITJA, D.; BECQUER, T.; FARIAS, M. F. R.; CARDOSO, W. S.; GOMES, R. A. T. **Análise da ocorrência do babaçu na Bacia do Rio Cocal em Natividade-TO pela identificação de padrões de paisagens em imagens ASTER**. In: SIMPOSIUM BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, Florianópolis, SC, 2007.

SILVA, M. R.; CARVALHO JR., O. A.; MARTINS, E. S.; MITJA, D.; BECQUER, T. **Avaliação preliminar dos ambientes de ocorrência de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) na Bacia do Rio Cocal-TO a partir do modelo digital de terreno**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA APLICADA, XII, Natal, RN, 2007.

VENDRAME, P. R. S.; BRITO, O. R.; BECQUER, T.; GUIMARÃES, M. F.; MARTINS, E. S. **Caracterização da solução de solos sob pastagem do bioma Cerrado**. Semina, v. 2, p. 167-178, 2007.

VENDRAME, P.R.S. **Caracterização mineralógica, química e especiação do alumínio em solos sob pastagem no cerrado**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de Londrina, 2005.

## Participantes do Projeto

**Embrapa Cerrados (pesquisadores):** Eder de Souza Martins; Adriana Reatto; Euzebio Medrado da Silva; Robélio Leandro Marchão; Lourival Vilela; José Carlos Souza Silva; Leide Rovenia M.de Andrade; João Roberto Correia; Fernando Antônio Macena Silva; Fabiana de Gois Aquino; Zenilton de Jesus Gayoso Miranda.

**IRD (pesquisadores):** Thierry Becquer; Danielle Mitja; Michel Brossard; Didier Brunet; Hervé Le Martret.

**Embrapa Cerrados (bolsistas):** Glenio Guimarães Santos; Pedro Marques da Silveira.

**Embrapa Sede (pesquisadores):** Luiz Carlos Balbino; Edemar Corazza.

**Universidade de Brasília (pesquisadores):** Edi Mendes Guimarães; Osmar Abílio de Carvalho Júnior; Geraldo Resende Boaventura; Wenceslau J. Goedert.

**Universidade de Brasília (bolsistas):** Fernanda Satie Ikeda; Ricardo Carmona; Maria Inês Lopez de Oliveira; Angelo V. da Silva; Miriam Rodrigues da Silva; Marcus Fábio Ribeiro Farias.

**Universidade de Londrina:** Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame; Diogo Néia Eberhardt; Osmar Rodrigues Brito; Maria de Fátima Guimarães.

**Universidade de Viçosa:** Diego Lang Burak; Mauricio Perreira Fontes.

**Universidade de Lavras:** Suely Lima de Melo; Wellington S.Cardoso.

**Universidade de Paris Sud XI:** Jérémie Garnier; Cécile Quantin.

**ENSAIA Nancy:** Guillaume Echevarria; Sophie Raous; Vanessa Chardot.

**ISTO/CNRS – Universidade de Orléans:** Ary Bruand.

**CIRAD:** Eric Scopel.

**Universidade de Aix-Marseille:** François Montagnon.

**Universidade de Melbourne:** Roger Douglas Reeves.

# Mapeamento da Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado

---

*Edson Eyji Sano*

*Heleno da Silva Bezerra*

*Thaise Sussane de Souza Lopes*

## Introdução

Mapear a cobertura vegetal do Bioma Cerrado constitui-se em um grande desafio por causa da extensão, da dinâmica acentuada da ocupação humana, da sazonalidade marcante da vegetação natural e da confusão espectral entre certas classes temáticas (SANO et al., 2007). Trabalhos anteriores de mapeamento de cobertura vegetal do Cerrado foram conduzidos com base em dados censitários ou em imagens de satélite com resolução espacial moderada de 250 metros e mapeamento compatível com a escala de 1:1.000.000 (SANO et al., 2001; MACHADO et al., 2004). Neste estudo, são apresentados os principais resultados do mapeamento de cobertura vegetal antrópica do Bioma Cerrado na escala de 1:250.000, tendo por base a segmentação e classificação visual subsequente de imagens do Landsat e os levantamentos de campo.

A base de imagens de satélite foi formada por um conjunto composto por 121 órbitas/pontos do satélite Landsat ETM+. Essas imagens foram obtidas em 2002, nos meses de julho a novembro. As imagens foram mosaicadas e subdivididas em 172 recortes, correspondentes à articulação das cartas planialtimétricas do IBGE e da DSG. Cada carta possui uma área de 1° x 1,5°, o que equivale a uma área em torno de 1,8 milhão de hectares.

## Principais Resultados

Foram identificados 80 milhões de hectares de cobertura vegetal antrópica no Bioma Cerrado, o que corresponde a 39,5 % da área total do Cerrado. Essa porcentagem foi menor que a encontrada, por exemplo, no estudo conduzido por Machado et al. (2004), os quais obtiveram um índice de 55 %. A discrepância entre os dois valores pode ser explicada pelas diferenças no conceito sobre cobertura antrópica. Exemplos típicos são os casos de pastagens nativas, consideradas como cobertura antrópica por Machado et al. (2004) – em razão da presença de gado bovino em áreas de campo natural – e como cobertura natural por este estudo – por causa da não remoção da vegetação original. Áreas com vegetação em regeneração (vegetação secundária), encontradas principalmente nas regiões de transição com o Bioma Amazônia, também foram contabilizadas neste estudo como cobertura original. Outros parâmetros que podem ter contribuído para essa diferença foram as resoluções espaciais distintas dos dois sistemas sensores envolvidos (MODIS e ETM+) e a diferença nos limites do bioma.

As duas classes mais representativas de uso da terra, isto é, as pastagens cultivadas e as culturas agrícolas, ocuparam 26,5 % e 10,5 % do Cerrado, respectivamente, e apresentaram distribuição espacial bastante heterogênea na região de estudo (Tabela 1).

As áreas mais extensas de uso da terra foram encontradas na porção sul, enquanto a maior parte da vegetação natural localizou-se na porção norte (Fig. 1). Esse retrato é fruto do próprio histórico de ocupação das terras do Brasil.

A ocupação do Cerrado iniciou-se na década de 1920, quando a indústria de café estava em plena atividade, principalmente no Estado de São Paulo. Mais tarde, com o esgotamento de terras férteis do Sul e Sudeste do Brasil e com o crescimento populacional, o governo de Getúlio Vargas (1930-1945) promoveu um incentivo à ocupação do Sul do Estado de Goiás, por meio de fornecimento de subsídios e assistência técnica aos pecuaristas interessados (KLINK; MOREIRA, 2002).

A porção norte mostrou-se relativamente preservada por causa das dificuldades de acesso e pela distância maior aos grandes centros urbanos e consumidores. São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul foram os estados que apresentaram os menores índices de cobertura vegetal natural: 15 %, 32 % e 32 %, respectivamente. Por outro lado, os três estados da região norte do Cerrado, isto é, Piauí, Maranhão e Tocantins, foram os que apresentaram os maiores índices de preservação: 92 %, 89 % e 79 %, respectivamente.

As áreas de reflorestamento estiveram concentradas principalmente nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. As outras classes de uso da terra consideradas neste estudo ocuparam áreas bem menos extensas: 889.000 hectares de área urbana e 7.870 hectares de área com mineração. A exatidão global do mapa final foi de 96,5 %.

**Tabela 1.** Áreas (em hectares) ocupadas por classes de cobertura vegetal antrópica nos diferentes estados cobertos pelo Bioma Cerrado (ano-base: 2002; área total do Cerrado: 204,7 milhões de hectares).

Estado	% Estado <sup>(1)</sup>	Cultura agrícola	Pastagem cultivada	Reflorestamento	Área urbana	Área com mineração	Subtotal	% Cobertura antrópica
PI	37	215.265	521.731	1.379	20.933	0	759.307	8
MA	65	356.028	1.901.655	27.171	35.876	0	2.320.731	11
TO	91	175.565	4.253.134	376.645	36.350	2.406	4.844.100	19
BA	27	1.572.701	2.257.253	125.869	11.892	0	3.967.715	26
MT	40	5.561.053	6.508.944	31.974	64.268	3.289	12.169.529	34
MG	57	2.122.452	11.838.147	1.302.344	171.832	1.889	15.436.664	46
GO	97	5.037.522	12.931.552	50.514	182.089	0	18.201.676	55
DF	100	137.455	119.749	3.504	101.853	0	362.561	62
MS	61	2.712.019	10.948.449	1.017.755	61.630	73	14.739.925	68
PR	2	83.534	103.739	66.697	1.892	0	255.863	68
SP	33	3.585.977	2.622.416	533.236	200.445	213	6.942.286	85
<b>Subtotal</b>		<b>21.559.571</b>	<b>54.006.770</b>	<b>3.537.088</b>	<b>889.059</b>	<b>7.870</b>	<b>80.000.357</b>	

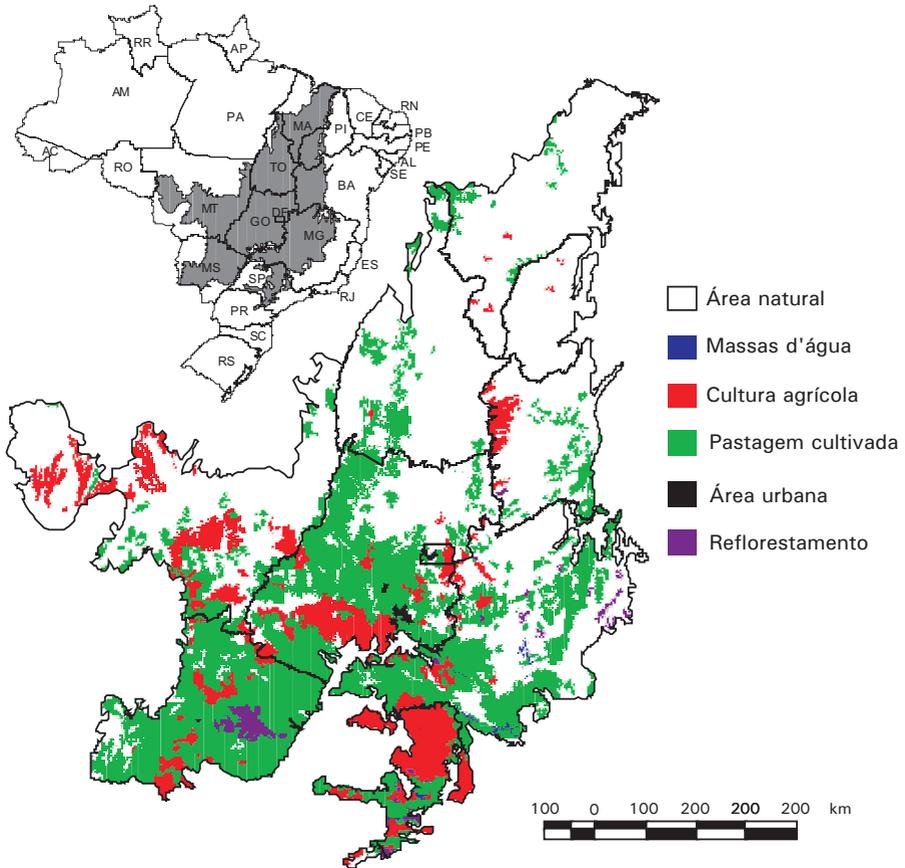


Fig. 1. Distribuição espacial das classes de uso da terra no Bioma Cerrado.

## Conclusões e Perspectivas

Este estudo constituiu-se no primeiro trabalho de mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado em uma escala de semidetalhe. A elaboração de uma base de dados georreferenciados, disponibilizados gratuitamente na internet, permitirá a sua integração com outras bases para a definição, por exemplo, de políticas públicas para seleção de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade. Convém mencionar ainda que trabalhos futuros de atualização do mapa de cobertura vegetal do Cerrado também estarão bastante facilitados com a construção da referida base.

Por causa da escala de mapeamento proposto (1:250.000), polígonos com áreas inferiores a 40 hectares foram englobados na classe de cobertura vegetal adjacente maior. Por causa ainda dessa escala de mapeamento, é importante ressaltar que análises municipais ou a nível de propriedades são inadequadas e imprecisas.

## Agradecimentos

Ao Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira do Ministério do Meio Ambiente (Probio), Banco Mundial/Global Environment Facility, IBGE, CNPq e à Fagro pelos apoios financeiro, administrativo e técnico.

## Referências

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press, p. 69-88, 2002.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 23 p., 2004. Relatório técnico não publicado.

SANO, E. E.; JESUS, E. T.; BEZERRA, H. S. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um Sistema de Informações Geográficas. **Sociedade e Natureza**, v. 13, n. 25, p. 47-62, 2001.

SANO, E. E.; FERREIRA, L. G.; ASNER, G. P.; STEINKE, E. T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 12, p. 2739-2752, 2007.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M.; MERTES, L. K. Amazon river mainstream floodplain Landsat TM digital mosaic. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 1, p. 57-69, 2002.

## Participantes do Projeto

Edson Eyji Sano; Heleno da Silva Bezerra; Thaise Sussane de Souza Lopes.

# Fortalecimento do Sistema de Suporte Tecnológico para o Pequeno Produtor Rural no Tocantins

---

*Rita de Cassia Cunha Saboya; Suzinei Silva Oliveira; Flavia Cristina dos Santos; José Humberto Valadares Xavier; Marcelo Nascimento Oliveira; Marcelo Leite Gastal*

## Introdução

Em virtude de diversidade e representatividade ambiental e de sistemas de produção, Pium e Natividade foram os municípios escolhidos para serem acompanhados pelo Projeto de Fortalecimento de Suporte Técnico para o Pequeno Produtor Rural no Tocantins (Forter). Esse Projeto foi uma proposta de trabalho da Embrapa Cerrados, que teve como parceiros a Agência de Cooperação Japonesa (JICA) e o Governo do Estado do Tocantins, com o objetivo de apoiar o processo de desenvolvimento da pequena agricultura nessa região, durante o período de abril de 2003 a março de 2006. As principais linhas de atuação foram: apoio à organização social, para buscar melhorar a gestão das organizações sociais dos pequenos produtores e suas comunidades, tornando-as mais eficientes como promotoras efetivas do desenvolvimento sustentável dos indivíduos e dos grupos; formação de uma rede de Fazendas de Referências (RFR), representativa dos tipos de produtores e das condições agroecológicas, que permitiu gerar referências técnicas, econômicas e sociais para apoiar o desenvolvimento sustentável das comunidades alvo, ajudando a definir tipologias de produtores e de sistemas de produção; e uso de pesquisa de mercado, estudos de canais de comercialização e estudos de cadeias produtivas como instrumentos de apoio à inserção dos pequenos agricultores no mercado.

Apresentamos a seguir os principais resultados obtidos neste trabalho, que teve o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável da pequena agricultura no Tocantins, por meio da adaptação e utilização de dispositivo metodológico participativo de intervenção no meio real, para favorecer a utilização de inovações tecnológicas e sociais pelos pequenos produtores.

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

Utilizou-se o esquema triangular de P&D para nortear as ações desse projeto, em que houve recíproca relação entre pesquisadores, extensionistas e produtores, com constante discussão das soluções com os agricultores.

Por meio de Diagnósticos Rápidos Dialogados (DRD) e levantamentos dos recursos naturais, foi identificada a situação local, em que foram obtidas informações socioeconômicas, culturais e ambientais para o conhecimento das condições reais dos produtores, indispensáveis para o conhecimento da realidade local e para a seleção de metodologias mais apropriadas no decorrer das atividades. Implementou-se, desse modo, uma dinâmica contínua de análise dos problemas, discussão das possíveis soluções e avaliação dos resultados.

Estabeleceu-se uma RFR para validação de tecnologias considerando-se as especificidades locais. Essa rede permitiu a caracterização funcional dos sistemas de produção, a validação das tecnologias e a observação da evolução dos sistemas de produção, fundamental no enfoque de P&D e serviram de local para a geração de referências locais, que foram 29 no total, sendo 12 em atividade e 17 em Pium.

As organizações sociais foram fortalecidas incentivando-se um processo permanente de discussões entre os agricultores. Também foram incentivadas ações de compra e comercialização conjunta entre os agricultores que possibilitaram sua melhor inserção no mercado. Foram realizados dois planejamentos participativos das associações

das comunidades e assentamentos, um em fevereiro e outro em julho de 2005, capazes de permitir as comunidades o desenvolvimento e implementação, disciplinada e participativa, de um conjunto de estratégias, decisões e ações para o progresso de suas organizações. Esse processo de planejamento com as comunidades e assentamentos foi muito importante na capacitação dos produtores em planejar, e planejar de forma mais organizada, suas atividades em prol de melhorias. Apesar de alterações na metodologia proposta inicialmente, foram obtidos grandes avanços no fortalecimento das organizações sociais, tornando-as mais capacitadas a conduzirem suas atividades de maneira mais organizada. Grupos de interesse (GI) – 10 em Natividade e 14 em Pium – em produção agropecuária foram formados a fim de incentivar a organização social, facilitar a produção e a comercialização, bem como o trabalho de orientação das técnicas agropecuárias.

Para cada GI, foi elaborado um plano de ação. Desses grupos, o de maracujá e de apicultura, em Pium, e de hortaliças, em Natividade, tiveram resultados mais satisfatórios. A inserção dos produtores no mercado, para alguns produtos como maracujá, hortaliças e gergelim, e a compra de insumos a preços mais baixos só foi possível graças às discussões e ao apoio a organização desses produtores.

Os resultados do DRD obtidos foram: zoneamento agroecológico (tipos de solos e paisagens), tipologia dos sistemas de produção, tipologia dos itinerários técnicos e caracterização socioeconômica dos assentamentos. Os principais tipos de solos identificados em Natividade foram: Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos, Latossolos, Neossolos Litólicos, Gleissolos e Plintossolos. Em Pium, segundo Saboya et al. (2007), os solos identificados foram: Cambissolos, Latossolos, Neossolos, Plintossolos e Gleissolos. Grupos homogêneos de produtores foram identificados por meio da tipologia dos sistemas de produção e dos itinerários técnicos. Segundo Santos et al (2004), esses grupos em Natividade foram: Tipo A – Agricultura de subsistência (AS) com até 20 cabeças de gado; Tipo B – AS com 21 até 40 cabeças de gado; Tipo C – AS com mais de 40 cabeças de gado; Tipo D – AS sem gado e sem renda externa; e Tipo E – AS sem gado e com renda

externa. E em Pium: Tipo A – Agricultura com pecuária (AP) em áreas maiores que 70 ha; Tipo B – AP em pequenas áreas, tendo a cultura do arroz como cultivo principal; Tipo C – AP em pequenas áreas, tendo a cultura da mandioca como cultivo principal; Tipo D – Agricultura sem pecuária; Tipo E – AP em sistema semicoletivo. A partir desses “tipos” e dos tipos de solos, foram selecionadas fazendas de referência de forma a representar a situação de propriedades rurais familiares encontradas nos municípios, sendo 10 em Natividade e 10 em Pium.

A tipologia dos sistemas de produção objetiva identificar e caracterizar grupos homogêneos, buscando entender o processo de diferenciação entre os produtores (BONNAL et al., 1994). O estabelecimento de uma tipificação das unidades de produção foi uma forma de reconhecer que existia uma diversidade relacionada às formas de exploração dessas unidades e aos fatores limitantes ao seu desenvolvimento. A tipologia foi um dos principais produtos gerados a partir de uma análise dos dados do DRD.

Tratando-se de um projeto de desenvolvimento no meio rural em que um dos eixos temáticos se refere à transferência de tecnologias adaptadas aos agricultores, foi necessário compreender que as propriedades rurais, em especial a dos agricultores familiares, não eram homogêneas. Assim, as atividades desenvolvidas por eles geralmente estavam integradas em três níveis: produção agrícola, terra e família. A integração dos três níveis determinou os sistemas de produção das propriedades rurais. Diante disso, foi necessário identificar os sistemas existentes em cada região para se trabalhar, reconhecendo as diferenças, o que permitiu a introdução de tecnologias condizentes à realidade (OLIVEIRA et al., 2009).

As referências locais validadas em Natividade foram: uso de leguminosa, *Crotalaria juncea*, consorciada com a cana-de-açúcar como alternativa no controle da vegetação espontânea; teste de variedades de milho, aumento da densidade média de plantas/ha, tratamento de sementes e adubação; uso da leguminosa Cudzu tropical consorciado com bananeira, para controle de plantas daninhas, fornecimento de

N, ciclagem de nutrientes (P e K) e acúmulo de matéria seca; uso de variedades de bananeira resistentes a doenças, principalmente Mal-do-Panamá, com aplicação de adubação e aumento da densidade média de plantas/ha; uso de variedade de amendoim e adubação de plantio; uso de leguminosa *Crotalaria juncea*, consorciada com mandioca como alternativa no controle da vegetação espontânea; Teste de variedades de arroz, aumento da densidade média de plantas/ha e adubação de plantio e cobertura.

As referências validadas em Pium foram: produção de milho em solo de baixa fertilidade; produção de mandioca de mesa e para indústria consorciada com arroz; produção de mandioca de mesa utilizando diferentes variedades; produção de banana com utilização de variedades resistentes a doenças; adubação verde (*Crotalaria spectabilis*) na cultura do maracujazeiro; produção de feijão-gandu em consórcio com o maracujazeiro; produção de arroz em solo de baixa fertilidade; produção de mandioca em fileira dupla consorciada com milho.

## Conclusões e Perspectivas

Para promover o desenvolvimento sustentável da pequena agricultura é importante que sua organização social seja fortalecida.

As ações de inserção dos produtores no mercado facilitaram a comercialização de alguns produtos, tais como: maracujá, produtos transformados (doces, conservas) e hortaliças, bem como a compra de insumos em conjunto.

Embora grandes avanços tenham sido alcançados, percebeu-se que, para se obter maior avanço, é necessário trabalhar o fortalecimento das organizações tão logo se conclua o DRD, por facilitar as demais ações.

Por essa proposta de trabalho apresentada ter uma metodologia diferente de apoiar o desenvolvimento sustentável, exigiu um grande empenho dos executores em modificar suas próprias atitudes e realizar as atividades seguindo as metodologias indicadas. E o mais importante

foi o comprometimento com a promoção do desenvolvimento das comunidades.

No estabelecimento da rede de fazendas de referência, as propriedades serviram para facilitar a geração de referências e difusão das tecnologias adaptadas. Desse modo, outros produtores, principalmente locais, também foram envolvidos nas discussões acerca das melhorias dos sistemas, uma vez que estas soluções também se estenderam a produtores com sistemas semelhantes. Nesse aspecto, notou-se que a organização de produtores facilitou a circulação das informações geradas.

Para que os resultados sejam duradouros e se promova a elevação qualitativa e quantitativa dos indicadores de produção agropecuária e de geração de renda, não só nas fazendas de referência, mas no assentamento ou comunidade alvo, como um todo, faz-se necessário que agentes de desenvolvimento local continuem apoiando os produtores por um tempo maior que três anos como previsto nesse projeto.

## Referências

BONNAL, P.; XAVIER, J. H. V.; SANTOS, N. A. dos; SOUZA, J. B. de. **O papel da rede de fazendas de referências no enfoque de pesquisa-desenvolvimento**: Projeto Silvânia. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1994. 31 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 56).

OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, F. C. dos; SABOYA, R. de C. C. **Projeto Forter**: Fortalecimentos do sistema de suporte tecnológico para o pequeno produtor rural no Tocantins. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. (Relatório de Pesquisa).

SABOYA, R. C. C.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; SOUSA, E. R. de; LIMA, O. C.; LELIS, N. R. de. **Caracterização de solos e paisagem do município de Pium-TO**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 186).

SABOYA, R. de C. C.; REATTO, A.; MARTINS, E. de S.; SOUSA, E. R. de; LELIS, N. R. de; LIMA, O. C. Diagnóstico dos recursos naturais do município de Pium-TO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., 2007, Fortaleza.

**Agricultura familiar**, políticas públicas e inclusão social. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 1 CD-ROM.

SANTOS, F. C. dos; SABOYA, R. de C. C.; MORAES, B. L. F. de; OLIVEIRA, S. S.; SILVA, D. V. da; SOUSA, E. R. de; LIMA, O. C.; SOUSA, V. I. de. Fortalecimento do sistema de suporte técnico para o pequeno produtor rural dos municípios de Natividade e Pium, Tocantins - Projeto Forter. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 6., 2004, Aracaju. **Anais...** Aracaju: [s.n.], 2004. 1 CD-ROM.

### **Participantes do Projeto**

Rita de Cassia Cunha Saboya; Suzinei Silva Oliveira; Flavia Cristina dos Santos; José Humberto Valadares Xavier; Marcelo Nascimento Oliveira; Marcelo Leite Gastal; José Luiz Fernandes Zoby.

# Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC)

---

*José Felipe Ribeiro*

*Fabiana de Gois Aquino*

## Introdução

Com extensão de 2.036.448 quilômetros quadrados, o Bioma Cerrado já ocupou 23,92 % do território nacional. Por comportar parte das cabeceiras de algumas das principais bacias hidrográficas brasileiras, constitui-se de grande importância para o fornecimento de recursos hídricos para diversas regiões em todo o País (LIMA; SILVA, 2007). Além disso, esse bioma destaca-se pela alta biodiversidade, estimada em 320.000 espécies (DIAS, 1996). Entretanto essa diversidade biológica está em risco por causa da degradação de áreas nativas causada pelo descumprimento do Código Florestal. O desmatamento da vegetação nativa do Cerrado alcança atualmente cerca de 40 % a 50 % (KLINK; MACHADO, 2005; MMA, 2007). Assim, há urgência na adoção de práticas agrícolas sustentáveis e a criação/aplicação de políticas públicas para a conservação e uso sustentável desse bioma, considerado um dos *hotspots* de diversidade no planeta (MITTERMEIER et al., 2005).

Nesse contexto, o desafio geral proposto pelo Projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC) foi gerar soluções para aumentar a qualidade de vida das populações locais, conciliada com a conservação e a utilização sustentável da diversidade

biológica do bioma. Para isso, foi necessário levantar informações sobre diversidade biológica, técnicas de manejo para espécies nativas e uso racional dos recursos naturais, bem como disseminar práticas sustentáveis voltadas para conservação da natureza em áreas de remanescentes de Cerrado e em áreas de uso agrícola. Os objetivos específicos do projeto foram: (i) caracterizar os recursos naturais por meio de levantamentos de campo e de literatura; (ii) avaliar diferentes metodologias de caracterização da biodiversidade; (iii) superar desafios para o uso da biodiversidade; e (iv) entender como os recursos naturais estariam relacionados com os seres humanos, consumidores diretos ou indiretos.

O Projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC) foi parcialmente financiado pelo Department for International Development (DFID/Reino Unido), com montante de 535.000,00 libras, e foi executado pela Embrapa Cerrados em parceria com o Royal Botanic Garden Edinburgh, a Universidade de Brasília (UnB/ Departamentos de Engenharia Florestal e de Botânica) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), entre 2001 e 2005. Simultaneamente, foi criado um projeto-espelho apropriado no Macroprograma 2, intitulado Conservação e Manejo Sustentável da Biodiversidade do Cerrado (02.01.5.06.00), aprovado com montante de R\$ 99.900,00 e executado entre 2003 a 2006. Como esses projetos tiveram objetivos gerais semelhantes, os resultados serão mostrados em conjunto, com a participação de 87 profissionais, entre alunos de pós-graduação, bolsistas, pesquisadores e técnicos das instituições envolvidas. Essa equipe e os principais resultados também podem ser encontrados no site [www.cmbbc.cpac.embrapa.br](http://www.cmbbc.cpac.embrapa.br).

## **Principais Resultados e Tecnologias Geradas**

A seguir, apresentam-se os principais resultados destacados para cada um dos quatro objetivos específicos.

No objetivo (i) – caracterização dos recursos naturais por meio de levantamentos de campo e de literatura –, foram destaques a caracterização fisionômica (RIBEIRO; WALTER 1998, 2008) e a florística, em que foram compiladas mais de 12.000 espécies da flora do Bioma Cerrado (WALTER, 2006; MENDONÇA et al., 2008). No segundo objetivo específico – (ii) avaliar diferentes metodologias de caracterização da biodiversidade –, destacaram-se: os estudos para a avaliação da distribuição geográfica de 935 espécies lenhosas na paisagem de Cerrado Sentido Restrito em todo o bioma (RATTER et al., 1997; BRIDGEWATER et al., 2004); os estudos sobre a representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil (ARRUDA, 2004); os estudos sobre os padrões florísticos e estruturais da vegetação lenhosa do Cerrado sentido Restrito (FELFILI et al., 2004); e aqueles sobre o uso de táxons indicadores em estudos de biogeografia (PROENÇA, 2003). No objetivo seguinte – (iii) superar desafios para o uso da biodiversidade –, vários resultados foram conseguidos, entre os quais se destacam: caracterização de uso de diversas espécies (BRITO et al., 2003; BRITO, 2004; FELFILI; BORGES-FILHO, 2004; RIBEIRO et al., 2000); diversos levantamentos etnobotânicos (HAYES, 2004; OLIVEIRA et al., 2004); definição de protocolos de enraizamento (RIOS et al., 2001, OLIVEIRA, 2003), germinação, crescimento inicial (RAMOS et al. 2004, a e b) e fenologia de espécies nativas (RESENDE, 2003); métodos de recuperação de áreas degradadas (RIBEIRO et al., 2001); protocolos de germinação de sementes e produção de mudas de mais de 100 espécies nativas (SALOMÃO et al., 2003); lista das plantas trepadeiras ornamentais para o Cerrado (RAMALHO; PROENÇA, 2004); e impacto do manejo agrícola em áreas de reserva legal (AQUINO, 2004). Finalmente, no último objetivo, deu-se ênfase para entender como os recursos naturais estariam relacionados com as comunidades humanas.

O método adotado para este estudo foi o diagnóstico rápido participativo (DRP) e o planejamento estratégico participativo (PEP) (OLIVEIRA et al., 2004). A decisão compartilhada e concensuada sobre as ações necessárias ao desenvolvimento territorial sustentável assegura o envolvimento efetivo das representações locais na

caracterização da realidade e na definição das prioridades, tendo como princípios a participação ativa dos atores sociais; o planejamento ascendente; o protagonismo e a autonomia da população e sua organizações; o envolvimento efetivo dos municípios, estados e a União; e a multiplicidade de abordagens. A participação social aconteceu por meio de órgãos de extensão rural e das organizações dos agricultores presentes nas áreas de atuação do projeto, em particular, suas cooperativas, sindicatos e pelos representantes da cada comunidade rural.

Os principais resultados estão disponíveis em publicações como Hayes et al. (2004) e Oliveira et al. (2004). Esses estudos sobre os indicadores de desenvolvimento social associados à biodiversidade do Cerrado ajudaram a preencher a enorme lacuna existente nessa área para o Bioma Cerrado. Foram apresentadas oportunidades concretas de comercialização de produtos do Cerrado, principalmente em razão dos projetos demonstrativos e dos cursos de capacitação. Entre os principais conhecimentos gerados está o manejo dos recursos naturais de modo sustentável, bem como estratégia de melhoria da qualidade de vida dessas comunidades rurais. Em resposta, houve aumento da conservação das espécies nativas. Esses resultados foram divulgados em aproximadamente 60 trabalhos em congressos; 4 livros; 14 capítulos de livros; 16 artigos científicos; 17 dissertações e teses e 9 publicações técnicas.

## **Conclusões e Perspectivas**

A execução desse projeto permitiu ampliar o conhecimento sobre os recursos naturais do Cerrado e como a sua biodiversidade pode ser utilizada para gerar renda para os produtores. Além disso, os resultados demonstraram como recuperar áreas degradadas e como priorizar estratégias de conservação. Porém a capacidade em transformar esse conhecimento em ações práticas tem sido inferior a velocidade em que áreas nativas estão sendo convertidas em áreas para outros usos. Dessa forma, é essencial que ações enérgicas e efetivas de pesquisa e transferência dessas informações possam ser fortalecidas e

continuadas, garantindo, assim, a utilização sustentável dos recursos naturais desse bioma, pela importância econômica, social e ambiental que ele ocupa no cenário nacional.

## Referências

- AQUINO, F. G. **Dinâmica da vegetação lenhosa em fragmentos de cerrado sentido restrito em Gerais De Balsas, Maranhão**. 2004. 88 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- ARRUDA, M. B. **Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil: o caso do bioma cerrado**. 2004. 194 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biogeographic patterns,  $\beta$ -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p. 2295-2318, 2004.
- BRITO, M. A.; PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; RIBEIRO, J. F. **Cagaita: biologia e manejo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 80 p.
- BRITO, M. A. **Fitossociologia e ecologia de população de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) em área de transição cerrado denso/mata estacional, Pirenópolis, Goiás**. 2004. 132 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- DIAS, B. F. de S. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B. F. de S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**, 1996.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil. **Plant Ecology**, v. 1, n. 11, p. 1-15, 2004.
- FELFILI, J. M.; BORGES-FILHO, H. C. **Extratrativismo racional da casca do barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville]**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 32 p.
- HAYES, K. M.; BARROS, C. J. S.; SILVA, M. R.; GASTAL, M. L.; RIBEIRO, J. F. **Construção de indicadores de desenvolvimento social**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2004. (Documentos, 113).
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

RECURSOS HÍDRICOS, 2007, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V. ; FILGUEIRAS, T. S. ; NOGUEIRA, P.E. Flora vascular do cerrado. p. 287-556. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma cerrado: relatório final do Probio**. 93 p. 2007. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/mapas\\_cobertura\\_vegetal.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf)>. Acesso em: out. 2007.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. B.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; ROBLES, P.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J. **Hotspots Revisited**. Conservação Internacional/CI; Agrupación Sierra Madre, 2005.

OLIVEIRA, M. C. **Enraizamento de estacas de dez espécies arbóreas nativas de matas de galeria**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

OLIVEIRA, M. C.; BARROS, C. J. S.; RIBEIRO, J. F.; HAYES, K. M.; SILVA, M. R.; ROCHA, F. E. C. **Caracterização da organização social do assentamento Belo Horizonte no nordeste goiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2004. (Documentos, 118).

PROENÇA, C. E. B. O uso de táxons indicadores em estudos de biogeografia e conservação: bioma cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 54.; REUNIAO DE BOTANICOS DA AMAZONIA, 3., 2003, Belém. **Desafios da botânica no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal: anais**. Belém: Sociedade Botânica do Brasil: MPEG: UFRA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p. 283-284.

RAMALHO, C. L.; PROENÇA, C. E. B. **Trepadeiras ornamentais do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 59 p.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004a.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; SILVA, J. C. S.; FAGG, C. W.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne sob diferentes condições de sombreamento. **Brasil Florestal**, v. 1, n. 1, 2004b.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, n. 80, p. 223-230, 1997.

RESENDE, J. L. **Síndromes de dispersão e fenologia reprodutiva de 50 espécies amplamente distribuídas no cerrado sentido restrito**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 89-166.

RIBEIRO, J.F.; BRITO, M.A.; JUNIOR, E.S.; FONSECA, C.E.L. **Araticum (*Annona crassiflora* Mart.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 52 p.

RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C. E. L. da.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: MMA, 2001. 899 p.

RIOS, M. N. da S.; RIBEIRO, J. F.; REZENDE, M. E. Propagação vegetativa: enraizamento em estacas de espécies nativas de Mata de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: MMA, 2001. p. 455-494.

SALOMÃO, A. N.; SOUSA-SILVA, J. C.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. (Org.). **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado**. Brasília, 2003. 96 p.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

## Participantes do Projeto

Adriana Bocchiglieri; Amábilio Camargo; Bruno Machado Teles Walter; Carolyn Barnes Proença; Christopher Willian Fagg; Cláudia Jeanne da Silva Barros; Djalma José de Sousa Pereira; Eny Duboc; Fabiana de Gois Aquino; Henrique Cruvinel Borges Filho; Hudson Almeida Oliveira; James Alexander Ratter; Jeanine Maria Felfili; José Carlos Gonçalves dos Santos; José Carlos Sousa-Silva; José Felipe Ribeiro; José Ferreira Paixão; Josefino de Freitas Fialho; Jorge Enoch Furquim Werneck Lima; Karen Marie Hayes; Leonardo Maia da Silva Santos; Luciano Pinheiro Rezende; Manuel Claudio da Silva-Júnior; Marcia Brito; Maria Cristina de Oliveira; Maria Jurema de Freitas Rocha; Moacir Arruda; Miriam Rodrigues da Silva; Myke Jefferson da Costa; Natália Pedrosa de Souza Vasques; Nelson de Oliveira Pais; Renata Corrêa Martins; Samuel Bridgewater; Semíramis Pedrosa de Almeida; Sueli Sano; Valdecy de Matos Lima; Zenilton Gayoso de Miranda.

# Avaliação do Comportamento de Frutíferas Nativas do Cerrado Cultivadas com três Níveis de Adubação

---

*José Teodoro de Melo; Nilton Tadeu Vilela Junqueira;  
Fabiana de Góis Aquino; Ludmila de Souza Aguiar*

## Introdução

No Bioma Cerrado, podem ser encontradas várias espécies frutíferas vegetando naturalmente em solos de baixa fertilidade. Entre elas, a mangabeira e o pequizeiro, incluindo o pequi anão, são muito procuradas por produtores rurais que querem aumentar sua renda e por ambientalistas que se preocupam com a extinção da espécie em decorrência da ocupação antrópica desordenada e do extrativismo predatório.

O pequizeiro, *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae), é uma espécie bastante característica do Cerrado, com importância ecológica e socioeconômica (AGUIAR; CAMARGO, 2004). Essa espécie é subdividida em duas subespécies, entre elas a *Caryocar brasiliense* subsp. *intermedium* (pequi anão). De porte arbustivo, apresenta distribuição mais restrita a algumas áreas do ecossistema Cerrado.

A mangabeira (*Hancornia* spp.) é uma espécie nativa da América do Sul, tendo como centros de diversidade a Costa Atlântica; o Baixo Amazonas, principalmente nos estados do Pará e Amapá; a Caatinga; o Brasil Central (Cerrado); a Mata Atlântica (da Costa do Rio Grande do Norte a Alagoas, Litoral de Sergipe e Espírito Santo); o Mato Grosso; Mato Grosso do Sul e Paraguai, incluindo também a área do Pantanal.

Ela ocorre também na Venezuela, Bolívia, Peru, Paraguai e região do Chaco, da Argentina (MANICA, 2002). Segundo esse autor, no gênero *Hancornia*, a espécie mais importante é a *H. speciosa* Gomes.

Embora apresentem grande potencial para cultivo em maior escala, essas espécies ainda necessitam de estudos, como, por exemplo, estratégias de reprodução, polinização e dispersão das plantas, aspectos fitopatológicos resposta à adubação e comportamento em monocultivo. Esse foi o objetivo do projeto.

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

A adubação, com 75 g/cova da formulação 10 – 10 – 10 N P K, não teve efeito sobre o crescimento das plantas nem em altura nem em diâmetro, mostrando a adaptabilidade dessas espécies aos baixos níveis de fertilidade dos solos de Cerrado.

Com relação a doenças e pragas, foi observada no pequi anão e no comum, independente da adubação, a ocorrência de:

**Mal-do-cipó** – associada ao fungo *Phomopsis* sp., essa doença é a mais importante em termos de expressão econômica, provocando secamento de ramos, queda de frutos e morte da planta. Os sintomas principais são caracterizados pelo aparecimento de estrias longitudinais nos ramos tenros, ercarquilhamento, redução no tamanho das folhas e aparecimento de pequenas lesões necróticas nas folhas novas, que podem coalescer. Em seguida, há um alongamento do ramo, as folhas desse ramo se definham e, posteriormente, o ramo adquire a forma de um cipó, torna-se mais flexível e morre depois de algum tempo.

**Podridão-dos-frutos** – geralmente é causada pelo fungo *Botryodiplodia theobromae*. Inicialmente, aparecem lesões escuras na casca, seguido de amolecimento interno e apodrecimento de toda a superfície do fruto. As lesões chegam a atingir a polpa, tornando-os impróprios para o consumo.

**Morte-descendente ou seca-de-galhos** – é causada pelo mesmo fungo que penetra por ferimentos em ramos, atingindo o floema. Com o tempo, a doença atinge o tronco e as raízes, provocando a morte da planta.

**Verrugose** – causada pelo fungo *Cladosporium* sp., essa infecção se inicia durante a abertura das flores. Durante a antese, as flores exsudam grande quantidade de néctar doce, que serve de substrato para o fungo *Cladosporium* sp.. Mesmo abrindo as flores durante o período seco, o néctar exsudado é uma importante fonte de carboidrato para o fungo, que acaba infectando também o ovário e os frutos recém-vingados, podendo levá-los à queda intensa. Com o tempo, as pequenas lesões abertas na casca dos frutos que vingaram se expandem e formam um tecido corticoso e rugoso de cor cinza-claro na casca, podendo, em alguns casos, ocupar toda a superfície do fruto, sem atingir a polpa.

Com relação a doenças e pragas, foi observada em mangaba a ocorrência de:

Podridão-de-raízes causada por *Cylindrocladium clavatum* e *Fusarium solani*; podridão-aquosa, podridão-do-colo ou murcha causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc.; mancha-parda ou mancha-foliar causada por *Mycosphaerella discophora* Syd. var. *macrospora*; antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.; fuligem causada por *Meliola hancorniae* Batista & Perez; morte-descendente ou seca-de-ramos e cancro.

Os estudos de polinização mostraram que o maior índice de vingamento de frutos de pequi foi obtido quando as flores foram polinizadas às 7h e às 22h30, deixando claro que às 20h30, no momento da abertura das flores, os estigmas não estavam receptivos, enquanto havia plena antese com liberação de pólen, ocorrendo o fenômeno da protandria; foram comprovadas ainda a fecundação cruzada ou xenogamia (fecundação com pólen de outras árvores) e a existência de geitonogamia (fecundação com pólen de flores diferentes, mas vizinhas, na mesma planta) e autogamia (fecundação com pólen da mesma flor).

O índice de vingamento natural em relação ao número inicial de botões florais variou entre árvores, ficando entre 56 % e 81,6 %, com média de 67,8 %, porém o índice de aproveitamento de frutos (% de frutos colhidos aos 60 a 90 dias após antese), em relação ao número inicial de botões florais, variou entre árvores, ficando entre 1,5 % a 15,8 %, com média de 7,78 %.

Foram avaliados os efeitos de algumas substâncias no vingamento dos frutos de pequi. As substâncias avaliadas foram:

**Difenoconazole** – Inflorescências de três árvores de pequizeiro – sendo que seis inflorescências/árvore foram pulverizadas com água, difenoconazole (concentrações de 0,25ml/litro; 0,50 ml/litro e 1,0 ml/litro), em três aplicações, em intervalos de 15 dias. Não houve efeito desse fungicida no número de frutos vingados e no número de frutos aproveitados ou colhidos, indicando que a presença do fungo *Cladosporium* sp., causador da verrugose-dopequi, não afetou a taxa de vingamento e de aproveitamento (colheita) dos frutos.

**Abamectina** – Inflorescências de três árvores (seis por árvore); foram pulverizadas uma só vez, com abamectina (acaricida hormonal e indutor de partenocarpia), nas concentrações de 0 (água), 0,25 ml de vertimec/05 litros de água; 0,50 ml de vertimec/0,5 litros e 1 ml de vertimec/0,5 litros. Não houve efeito desse produto nos índices de vingamento e de aproveitamento (colheita) de frutos.

**Efeito do 2,4-D** – O 2,4-D é um herbicida hormonal muito utilizado para induzir partenocarpia em abóbora macho estéril do tipo Tetsukabuto, muito consumida pelos brasileiros. Nesse ensaio, com o objetivo de eliminar os espinhos e as amêndoas, aplicou-se, em seis inflorescências por árvore, 2,4-D nas concentrações de 0 (água), 0,25 ml/10 litros de água; 0,50 ml/10 litros; 1,0 ml/10 litros, com apenas uma aplicação, quando já havia pelo menos quatro flores abertas por inflorescências.

Verificou-se que a taxa de vingamento de frutos foi de 19,7 %; 27,5 %; 39,2 % e 41,3 %, respectivamente, para a testemunha

(água), 2,4-D a 1,0 ml/10 litros; 0,50 ml/10 litros e 0,25 ml/10 litros, mostrando efeito desse produto no vingamento das flores.

Em relação ao aproveitamento dos frutos (colheita), os índices foram de 15,8 %; 5,1 %; 20,2 % e 27,3 %, respectivamente, para a testemunha, 1,0 ml/10 L; 0,5 ml/10 L e 0,25 ml/10 L. No entanto os frutos tiveram seu peso reduzido em 53 % em relação à testemunha, não formaram amêndoas, mas mantiveram um endocarpo atrofiado e os espinhos ficaram mais rígidos e mais expressivos. Em síntese, o uso do 2,4-D em pequizeiro não tem efeito prático.

Os estudos de biologia reprodutiva e levantamento de polinizadores propiciaram a coleta de 56 indivíduos de 15 espécies diferentes associadas a *C. brasiliense*, composta por herbívoros e visitantes florais, em sua maioria abelhas da subfamília Meliponídea (60 %) com nove gêneros diferentes. Os Meliponíneos são abelhas eusociais sem ferrão com distribuição principalmente tropical. Segundo Moure, há dois grupos principais de abelhas sem ferrão: os Meliponini e os Trigonini. Uma única espécie de abelha foi identificada como pertencente à família Colletidae. Abelhas dessa família são solitárias e geralmente especializadas nas plantas que visitam. Representantes dessa família são conhecidas no Sul do Brasil (44 espécies). Poucas alcançam o Norte e as áreas áridas do Nordeste do Brasil. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) visitantes de flores também foram coletadas. Possuem 26 gêneros e cerca de 950 espécies de distribuição cosmopolita (CARPENTER; MARQUES, 2001). Em nosso estudo, apenas uma espécie de *Synoecca* sp. foi coletada, totalizando 73 % de visitantes florais da Ordem, evidenciando a importância da mesma. Entretanto, outros poucos representantes de outras ordens foram capturados diretamente nas flores de *C. brasiliensis*. Duas espécies não identificadas das famílias Fugoridae e Reduvidae, uma espécie bastante conhecida de Lepidoptera *Phoebis sennae* e uma espécie não identificada de Orthoptera.

Durante as coletas, foi observado que o maior pico de atividade dos insetos foi às 7h, depois às 10h e às 12h, porém diminuindo

a taxa de abundância no decorrer do dia até se estabilizar às 16h. O índice de riqueza de espécies acompanhou o mesmo padrão dos picos observados de maior abundância nos horários de coleta. Não foi possível observar qualquer atividade de morcegos ou quaisquer polinizadores noturnos em razão da insegurança da área de estudo no período noturno. Foi feita uma expedição de observação noturna no Parque Nacional de Brasília, mas nada foi coletado por causa da chuva.

Os conhecimentos gerados são de grande potencial de utilização visto que as espécies arbóreas frutíferas do cerrado são pouco estudadas e vêm apresentando muita demanda de conhecimentos para utilização em plantios comerciais.

Foram geradas recomendações para controle de algumas doenças de mangabeira tais com: podridão-de-raízes (*Cylindrocladium clavatum*, *Fusarium solani*); podridão-aquosa, podridão-do-colo ou murcha (*Sclerotium rolfsii* Sacc.); mancha-parda ou mancha-foliar (*Mycosphaerella discophora* Syd. var. *macrospora*); antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.); fuligem (*Meliola hancorniae* Batista & Perez); morte-descendente ou seca-de- ramos e cancro.

## Conclusões e Perspectivas

Os estudos do sistema reprodutivo do pequi indicam que a fecundação dos frutos ocorre, em sua maioria, por autogamia e geitonogamia. Isso parece evidente pela própria estrutura da flor durante a abertura, pelo fato de forçar os estigmas a se erguerem entre meio a um emaranhado denso de anteras repletas de pólen. Aquelas que escapam da autofecundação raramente vão escapar da geitonogamia, que pode ser considerado um processo que leva a autogamia. Dessa forma, pode estar ocorrendo uma forte endogamia, o que poderá levar populações de pequizeiro a degeneração genética e até mesmo a extinção.

Ficou evidente que as espécies nativas, em condições de monocultivo, podem apresentar problemas fitossanitários e de produção de frutos que, muitas vezes, não se percebe em condições naturais. Isso

mostra a necessidade de mais pesquisas em diversas áreas como: nutrição mineral de plantas, controle de pragas e doenças, aspectos reprodutivos e biologia floral e manejo da cultura.

## Referências

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 249 p.

MANICA, I. **Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas 2: Técnicas de produção e mercado – feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 541 p. il.

## Participantes do Projeto

José Teodoro de Melo; Nilton Tadeu Vilela Junqueira;  
Fabiana de Góis Aquino; Ludmila Moura de Souza Aguiar.

# Desenvolvimento e Adaptação de Técnicas de Manejo da Água na Cafeicultura Irrigada em Solos Arenosos do Oeste Baiano

---

*Euzebio Medrado da Silva*

*Jorge Enoch Furquim Werneck Lima*

## Introdução

No Oeste Baiano, a abundância de recursos hídricos superficiais e subterrâneos tem sido fator decisivo para o rápido crescimento da irrigação. Os primeiros 100 hectares de café irrigado foram colhidos, nessa região, em 1994, e, presentemente, essa atividade agrícola já ocupa mais de 16 mil hectares. Apesar dos benefícios gerados pela irrigação, os projetos não são manejados adequadamente em relação ao uso da água. No caso, a prática comum tem sido a de irrigações diárias, exceto nos dias com chuva, independentemente da demanda do cultivo. Essa forma de manejo normalmente resulta em aplicações excessivas de água, podendo impactar negativamente o rendimento da cultura e o meio ambiente, com a provável lixiviação de nutrientes. Diante desse quadro, este trabalho teve por objetivo geral contribuir para a redução do consumo da água da cafeicultura irrigada no Oeste Baiano, empregando técnicas de manejo da água de irrigação baseadas no uso da tensiometria.

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

Antes de tratar do uso das técnicas de manejo de irrigação, no escopo do projeto, efetuou-se a avaliação do sistema de captação

e armazenamento de água para o abastecimento dos sistemas de irrigação da Fazenda Lagoa do Oeste (FLO), da Agribahia, localizada no Município de Luiz Eduardo Magalhães, BA. A captação era feita por bombeamento, levando a água para um canal não revestido de cerca de 2.300 metros, que servia para a condução e o armazenamento da água. Utilizando permeâmetro de Guelph, determinou-se a taxa de infiltração ao longo do canal e, com isso, verificou-se que, dos  $740 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  bombeados para o canal, cerca de  $360 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  ( $\sim 50 \%$ ) eram “perdidos” por infiltração. O sistema de captação-condução-armazenamento existente estava deficitário, e os proprietários pensavam em ampliar o bombeamento, contudo, com base nos resultados obtidos, efetuou-se a substituição do canal por tubulação, resolvendo o problema de abastecimento dos sistemas de irrigação.

O manejo da água com tensiômetros foi implantado na Fazenda Lagoa do Oeste (FLO) em seis sistemas de irrigação cultivados com café: dois pivôs do tipo *Low Energy Application Precision* – Lepa (Pivô 2 e Pivô 3), com a água aplicada nas linhas circulares do cultivo; um pivô do tipo Convencional (Pivô 1), com a água aplicada em toda a área irrigada; e três sistemas de Gotejamento (Gotejo 1; Gotejo 2 e Gotejo 3), todos com uma linha de gotejadores por fileira de planta e gotejadores de  $2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$  embutidos na linha de distribuição da água e espaçados a cada 50 cm.

## **Resultados da avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação**

Inicialmente, os sistemas de irrigação foram avaliados para se determinar os seus índices de desempenho na distribuição da água aplicada, conforme procedimento descrito por Silva et al. (2009), desenvolvido e verificado no escopo deste projeto (Tabela 1).

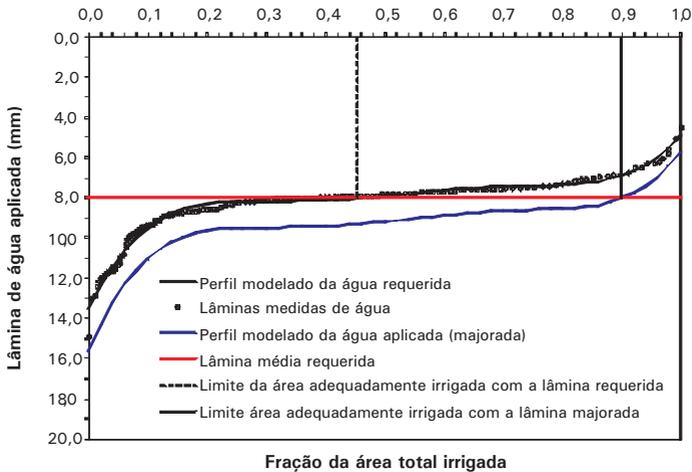
**Tabela 1.** Resultados de desempenho dos sistemas de irrigação na fazenda FLO (2004).

Índice de desempenho	Gotejamento			Pivô central		
	Gotejo 1 (10 ha)	Gotejo 2 (36 ha)	Gotejo 3 (122 ha)	Pivô 1 Convencional (60 ha)	Pivô 2 Lepa (104 ha)	Pivô 3 Lepa (104 ha)
Uniformidade Christiansen (CUC, %)	82,2	81,9	93,0	81,8	88,8	89,8
Uniformidade de distribuição (CUD, %)	70,4	73,4	87,7	67,3	84,2	84,7
Fator de adequação da irrigação (F <sub>i</sub> )	1,22	1,24	1,13	1,20	1,14	1,16
Porcentagem de área adequadamente irrigada	80,0	80,0	90,0	80,0	90,0	90,0
Eficiência de aplicação da água (E <sub>a</sub> , %)	79,0	78,6	87,5	79,2	86,1	85,1
Taxa média líquida de água aplicada (mm/h)	3,7	2,9	4,2	5,5*	8,1**	8,0**
Taxa média bruta de água aplicada (mm/h)	4,5	3,6	4,8	6,6*	9,3**	9,3**

\* Taxa de aplicação com tempo de giro de 15,06 horas a 100 % de velocidade de deslocamento.

\*\* Taxa de aplicação com tempo de giro de 14,4 horas a 100 % de velocidade de deslocamento e com faixa de molhamento na linha de cultivo de aproximadamente 2 m.

Os sistemas com melhor desempenho na aplicação da água foram o Gotejo 3, seguido dos sistemas de irrigação por pivô central do tipo Lepa. Somente nesses três melhores sistemas, foi possível estabelecer a meta de 90 % de área adequadamente irrigada. A meta de 90 % de área adequadamente irrigada significa que apenas 10 % da área irrigada receberá lâminas de água iguais ou inferiores à lâmina média geral aplicada (Fig. 1). Nos demais sistemas, essa meta teve que ser reduzida para 80 %, a fim de manter o fator de majoração da irrigação em torno de 1,20 (20 %).



**Fig. 1.** Exemplo de resultados da distribuição da água aplicada medida e modelada para análise de desempenho do sistema de pivô central (Pivô 3) do tipo Lepa.

O perfil modelado (SILVA et al. 2009) da água requerida representa a distribuição para suprir a lâmina média de 8,0 mm. Caso a irrigação fosse programada para aplicar somente esse requerimento, apenas 45,4 % da área receberiam água suficiente para suprir adequadamente as necessidades da cultura naquela irrigação, o restante da área estaria recebendo água abaixo da média. Ao se aumentar a meta de área adequadamente irrigada para 90 %, a deficiência cairia para apenas 10 %, mas, para isso, as lâminas do perfil de água aplicada teriam que

ser majoradas em 16 %, correspondente ao fator de adequação de 1,16, resultando, assim, numa eficiência de aplicação de água de 85,1 % (Tabela 1).

## Resultados das características físico-hídricas dos solos

Conhecidos os resultados da distribuição de água dos sistemas de irrigação, foi possível localizar as várias posições na área irrigada coincidentes com a lâmina média de água aplicada, locais apropriados para instalação dos tensiômetros. O local escolhido levou em consideração a facilidade de acesso, pois os solos de cada área irrigada são bastante similares. Nesse local, foram retiradas amostras de solos, não deformadas, nas profundidades de 10 cm e 30 cm para a determinação das curvas de retenção da água (Fig. 2).

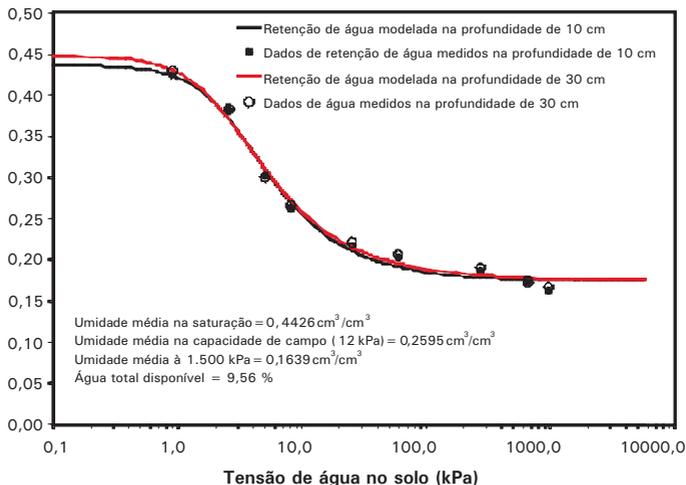


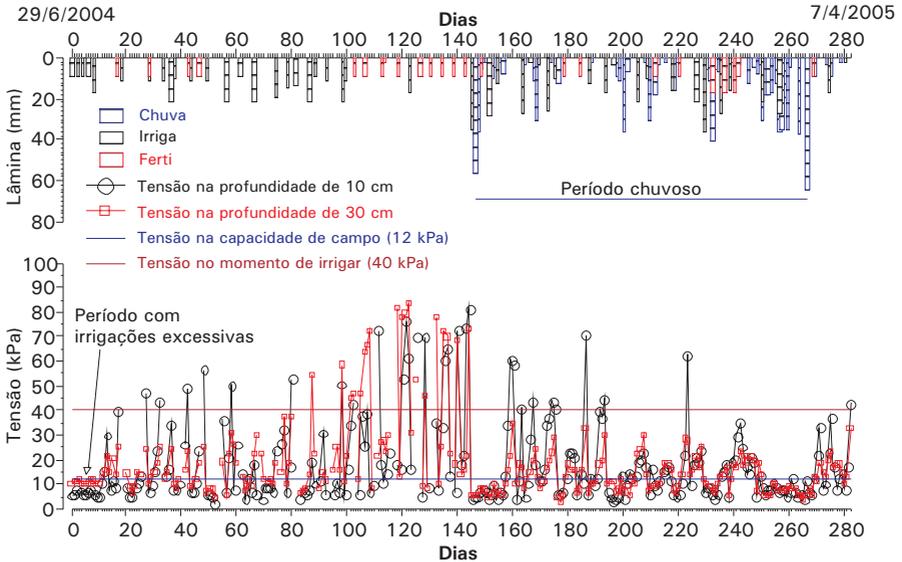
Fig. 2. Exemplo de resultados das curvas de retenção da água do solo na área irrigada do Pivô central do tipo Lepa (Pivô 3) na Fazenda Agropecuária do Oeste da Agribahia.

Esses resultados demonstram que as características de retenção de água do solo nas profundidades avaliadas são bastante similares. A média da água total disponível nas duas profundidades avaliadas revelam que o solo armazena quase 1 mm de água por cm de solo (9,56 %), valor típico de solos do Cerrado.

## **Mostra de resultados do acompanhamento das tensões da água no solo**

De posse dos dados da avaliação dos sistemas de irrigação e das características físico-hídricas dos solos de cada área irrigada, foi, então, possível estabelecer a estratégia de manejo da água com base nas leituras dos tensiômetros instalados nas profundidades de 10 cm e 20 cm. Os dados medidos de tensão na profundidade de 10 cm serviram de base para a definição do momento de irrigar, em torno de 40 kPa. Os dados das leituras dos tensiômetros nas duas profundidades de 10 cm e 20 cm foram transformados em lâminas diárias de reposição de água, considerando cada uma dessas profundidades como representativas das camadas de 0 cm a 20 cm e 20 cm a 40 cm. Nesse cálculo, foi utilizada a tensão de 12 kPa (capacidade de campo) como correspondente ao limite superior de umidade do solo disponível para o consumo da planta.

Como se observa na Fig. 3, nos primeiros 10 dias as irrigações eram feitas com regas de 8 mm (100 % de velocidade do pivô), a cada dois dias, pois o produtor tinha receio que turnos de rega mais prolongados poderiam comprometer a produtividade da lavoura. Nesse período, as irrigações eram excessivas, pois as tensões medidas nas profundidades de 10 cm e 30 cm eram inferiores ao limite da tensão estabelecida como capacidade de campo. O restante das irrigações foi feito seguindo as indicações da tensiometria ou a necessidade de fertirrigação (aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação), como picos de tensões de água no solo, na profundidade de 10 cm, quase sempre abaixo de 70 kPa, valores considerados satisfatórios para a manutenção dos níveis de água no solo para o cafeeiro.



**Fig. 3.** Variação da tensão da água no solo e as lâminas de água (irrigação e chuva) aplicadas no sistema de irrigação Pivô 3 do tipo Lepa.

## Exemplo de resultado da estratégia de manejo da água com base na tensiometria

Considerando que os dois pivôs do tipo Lepa eram exatamente iguais, estabeleceu-se, para efeito de comparação, que apenas o Pivô 3 seria manejado de acordo com a estratégia de manejo controlada pela tensiometria. O Pivô 2 seria também acompanhado pela tensiometria, mas o manejo da irrigação seria feito com regas fixas de 16,2 mm de água a cada dois dias, como feito anteriormente, independentemente da demanda evapotranspirativa. Os resultados da comparação de consumo de água mostram que houve uma redução média 23 % na água aplicada com o Pivô 3 em relação ao Pivô 2 e que a relação entre esse consumo de água a  $E_{To}$  foi de aproximadamente 0,80 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Lâmina aplicada pelos Pivôs 2 e 3 (Lepa), versus evapotranspiração de referência (2004).

Mês	Lâmina aplicada (mm)		Redução de consumo (%)	<sup>(1)</sup> ET <sub>o</sub> (mm)	Pivô 3 / ET <sub>o</sub>
	Pivô 2	Pivô 3			
Julho	210,8	104,3	50,5	127,2	0,82
Agosto	202,7	134,1	33,8	158,4	0,85
Setembro	170,3	144,0	15,4	186,1	0,77
Outubro	172,3	165,8	3,8	187,4	0,88

<sup>(1)</sup> Evapotranspiração de referência, calculada pelo método FAO 56, baseado na fórmula Penman-Monteith.

## Conclusões e Perspectivas

A estratégia de manejo da água de irrigação revelou-se fácil de ser adotada pelo produtor e permitiu avaliar, em tempo real, as necessidades hídricas do cultivo, resultando em uma economia média de 23 %, apenas considerando os consumos medidos nos sistemas de irrigação por pivô central com Lepa. No escopo do projeto, comprovou-se o quão importante são as ações de monitoramento e controle de perdas nos processos de captação, condução e armazenamento de água para a irrigação, que, no caso, totalizaram cerca de 50 % da vazão captada do rio. O resultado desse projeto também contribuiu para tornar o ambiente mais propício para receber outras tecnologias de manejo da água na região, como a da aplicação de estresse hídrico no cultivo de café (GUERRA et al., 2005).

## Referências

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, H. C.; ARAÚJO, M. C. de. **Irrigação do cafeeiro no cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização de florada**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 122).

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F.W.; AZEVEDO, J. A. de. Proposta e seleção de uma função polinomial para a avaliação de sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 509-515, 2009.

## Participantes do Projeto

Euzebio Medrado da Silva; Jorge Enoch Furquim Werneck Lima.

# Fluxos de Nutrientes e Agrotóxicos nos Recursos Hídricos sob Diferentes Usos de Terra na Bacia do Rio Jardim, Distrito Federal

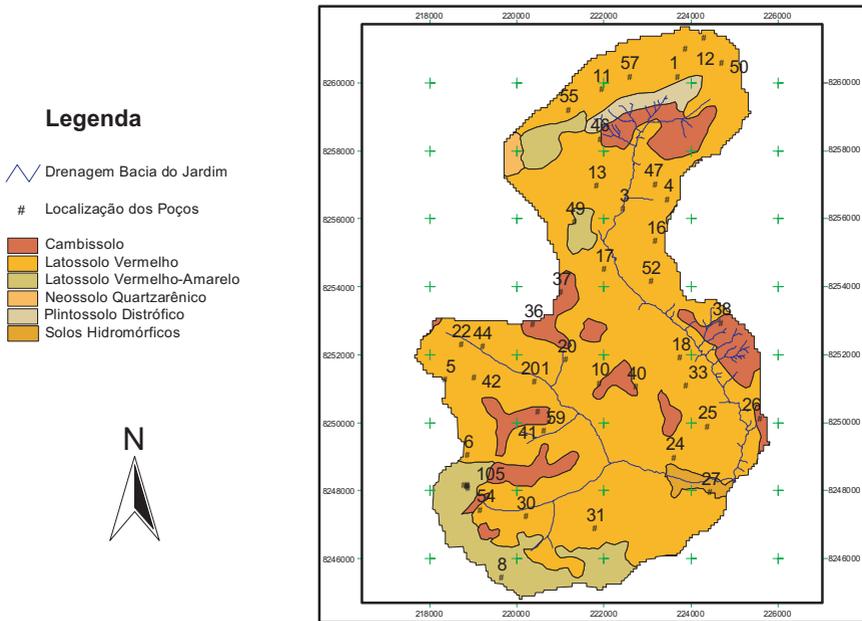
*Lucília Maria Parron; Jorge Enoch Furquim Werneck Lima; Eduardo Cyrino Oliveira-Filho; Euzébio Medrado da Silva*

## Introdução

A Bacia hidrográfica do Rio Jardim (15°40' e 16°02' W e 47°20 e 47°40' S), localizada no Distrito Federal, é a principal sub-bacia do Rio Preto, um dos afluentes do Rio Paracatu, importante contribuinte da margem esquerda do Rio São Francisco. Apresenta área de 540 km<sup>2</sup> e é uma importante área de produção de grãos de sequeiro e irrigado (principalmente milho, soja, trigo e feijão). Nessa bacia, a irrigação por meio de pivôs centrais é intensamente utilizada, inclusive em áreas com baixa disponibilidade de águas superficiais e em áreas de nascentes (DOLABELLA, 1996), o que pode comprometer o sistema de recarga natural dos mananciais existentes. Esta depende, fundamentalmente, da quantidade de chuva na região e se efetua simultaneamente pelo escoamento superficial e pela água subterrânea. Para viabilizar altas produtividades das culturas, além da irrigação, o sistema produtivo demanda o uso de uma grande quantidade de fertilizantes e agroquímicos.

A combinação do excesso de irrigação com o abuso na aplicação desses produtos pode produzir efeitos danosos ao meio ambiente, como a contaminação do lençol freático e de mananciais a partir da

lixiviação de nutrientes de alta mobilidade, como o potássio e o nitrato (SILVA et al., 1999; OLIVEIRA-FILHO; LIMA, 2002), que podem ser removidos com facilidade da superfície para as camadas mais profundas do solo. Em virtude da escassez de estudos sobre os efeitos do uso de fertilizantes e agroquímicos utilizados na agricultura sobre a qualidade da água superficial e subterrânea na região (YOSHII et al. 2000; SHIBANO et al. 2000), o presente projeto foi desenvolvido na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ) (LIMA et al., 2008), que possui área de drenagem de aproximadamente 105 km<sup>2</sup> (Fig. 1), com os seguintes objetivos: (1) identificar as concentrações de nutrientes e agrotóxicos na água de mananciais, da solução do solo e do lençol freático em áreas de culturas de grãos, horticultura, pastagens e Cerrado; e (2) identificar padrões de retenção da água do solo.



**Fig. 1.** Principais classes de solos, rede de drenagem e localização dos poços piezométricos da Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ).

## Principais Resultados e Tecnologias Geradas

Os mais importantes resultados e tecnologias geradas neste projeto serão descritos, de forma resumida, a seguir:

Criação e implantação de infraestrutura do laboratório de química de água, como a preparação do local, aquisição de equipamentos (cromatógrafo de íons, analisador multiparâmetros, agitador com aquecimento, turbidímetro, lisímetros de tensão), vidrarias, padrões e reagentes. Esse laboratório permitiu o início dos trabalhos na área de análises físico-químicas de água. Foi avaliado o desempenho do sistema de cromatografia de íons (Cl, Metrohm), enfatizando-se a determinação da concentração (em partes por bilhão) de cátions e ânions em trocadores de sílica fel organofuncionalizada, presente nas colunas cromatográficas utilizadas na leitura de amostras.

Desenvolvimento de metodologia de coleta, preparação e determinação de parâmetros físico-químicos da água. Em amostras não filtradas, os parâmetros analisados foram pH condutividade elétrica, TDS, oxigênio dissolvido, turbidez e alcalinidade total. Em amostras filtradas em filtro de membrana (0,45  $\mu\text{m}$ ) e armazenadas a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , os parâmetros analisados foram ânions ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$ ) e cátions ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$ ).

Avaliação do sistema de cromatografia de íons. A análise de cromatogramas, por meio da observação das definições das formas dos picos, mostrou uma grande eficiência, principalmente nos íons que eluem primeiro na corrida da seletividade iônica. Além da boa definição de tempo de residência na coluna, foram observados picos perfeitamente gaussianos nas análises de cátions e ânions (JESUS, 2007; JESUS; PARRON, 2007a; JESUS; PARRON, 2007b).

Estabelecimento de relações entre a química da água e o uso do solo, a geologia do terreno, a profundidade dos poços e o tipo de solo. O monitoramento da química de água foi realizado em dois mananciais e

em 38 poços piezométricos. As amostras de água dos poços possuem natureza hidroquímica semelhante entre si, independentemente do uso do solo, com CE variando entre 4 a 56  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e pH entre 4,7 e 6,9. Quanto aos cátions, a maior parte dos poços apresentou águas cálcicas (52,6 %), seguidas de mistas (31,6 %) e sódicas (15,8 %). O posicionamento dos ânions evidenciou que as águas de todos os poços concentraram-se no grupo das bicarbonatadas. Na soma geral de cátions e ânions, as águas possuem, em sua maioria, natureza hidroquímica bicarbonatadas cálcicas (84,2 %), e as demais, bicarbonatadas sódicas (15,8 %). As características físico-químicas da água são distintas de acordo com o uso ou não da terra. A prática de horticultura convencional é maior do que o não uso da terra (Cerrado conservado) quanto ao pH e condutividade elétrica e quanto às concentrações de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{NO}_3^-$ . A cultura de grãos e as pastagens apresentam valores superiores aos do Cerrado para todas as variáveis, principalmente de  $\text{SO}_4^-$  nas pastagens.

Identificação de riscos de contaminação da água subterrânea por fertilizantes. Em relação ao  $\text{NO}_3^-$ , não há indicativo de contaminação do aquífero por lixiviação desse nutriente, já que a contaminação da água subterrânea é caracterizada por concentrações acima de 5,0  $\text{mg NO}_3^- \text{L}^{-1}$  e, portanto, as concentrações de  $\text{NO}_3^-$  na água subterrânea da BEARJ atendem às normas que regem os padrões de potabilidade da água no Brasil (LUIZ et al. 2007; PARRON et al., 2007).

Identificação da qualidade da solução de solo sob culturas irrigadas por meio do monitoramento das concentrações de nutrientes, em cultura irrigada de café e de milho, em um experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, sob pivô central, utilizando lisímetros de tensão (CRUZ et al., 2008; CRUZ, 2009). Foram instalados 20 lisímetros próximos a cada planta, sendo uma metade a 50 cm e a outra a 100 cm de profundidade. Os lisímetros são tubos de polipropileno, com cápsula porosa de cerâmica na ponta, que funciona como elemento filtrante, e a extração da solução de solo disponível era obtida por vácuo e bombeamento com bomba de sucção.

Determinação de ingredientes ativos de herbicidas do grupamento triazina (ametrina, atrazina, cianazina e simazina), compostos amplamente utilizados na agricultura em água subterrânea e de mananciais. Não foram detectados resíduos desses compostos em níveis de  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ , exceto na água de um dos piezômetros onde se cultivava milho no entorno. As análises químicas foram realizadas em equipamento de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) com coluna analítica C-18, no laboratório de química de solos da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG).

Determinação de características físico-hídricas dos solos da bacia. Em amostras de solos, deformadas e indeformadas, das profundidades de 15 cm-20 cm e 60 cm-65 cm, nas proximidades de 56 poços piezométricos, foram identificadas as características físico-hídricas típicas dos solos da bacia. As amostras indeformadas de solo permitiram realizar o levantamento da condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ) e da curva de retenção dos solos. A condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ) foi determinada com o método do permeâmetro de carga constante (KLUTE, 1986). Os valores de condutividade na camada de 15 cm-20 cm de profundidade variaram entre 2,8 cm/h e 258,3 cm/h, enquanto, na camada de 60 cm-65 cm, entre 5,5 cm/h e 131,9 cm/h. As curvas de retenção de água no solo foram determinadas com o método da centrifuga e, posteriormente, os parâmetros da equação de van Genuchten foram obtidos por meio do seu ajuste aos dados medidos, utilizando a ferramenta "Solver" do programa Excel®. Na camada de 15 cm-20 cm, os valores do índice de saturação residual ( $S_r = \theta_r/\theta_s$ ) foram de 0,01 a 0,48, os do parâmetro "A" foram de 2,4 a 37,3 e os de "n" variaram de 1,10 a 1,75. Na camada de 60 cm-65 cm, os valores de  $S_r$  foram de 0,06 a 0,51, os do parâmetro "A" foram de 2,4 a 13,8 e os de "n" variaram de 1,18 a 1,95.

Estimativa da vazão dos mananciais utilizando a ferramenta Feflow de modelagem do fluxo da água. O monitoramento hidrológico foi efetuado por meio de estações pluviométricas (chuva) e fluviométricas (níveis – vazões) instaladas na bacia. Para o período simulado, os volumes de água drenados foram estimados com o programa Feflow, sendo que

os resultados obtidos foram muito próximos daqueles medidos nas estações fluviométricas instaladas na bacia. A diferença entre a vazão média simulada (937 L/s) e medida (953 L/s) no período de estudo, entre junho e setembro de 2007, foi inferior a 10 %, erro médio esperado do método de monitoramento.

Banco de dados georreferenciados com informações sobre as características físico-químicas de soluções, físico-hídricas de solos e de distribuição das chuvas e vazões na bacia.

## Conclusões e Perspectivas

A identificação das concentrações de nutrientes e agrotóxicos na água de mananciais, da solução do solo e subterrânea e a compreensão dos padrões de retenção da água do solo em agroecossistemas podem ter implicações importantes na orientação de práticas de manejo e de políticas de conservação de bacias hidrográficas. Os resultados obtidos podem ser utilizados por comitês de bacias hidrográficas, zoneamento econômico-ecológico, modelagem hidrológica, manejo da água em sistemas cultivados e gestão territorial rural. É importante destacar que o projeto de pesquisa da composição química das águas naturais, alterações e suas causas foi inovador em sua metodologia e permitiu a implantação de rotinas em análise de água que apesar da demanda, eram inexistentes na Embrapa Cerrados. A estrutura física e laboratorial constituída pelo presente projeto e o desenvolvimento das metodologias de análise são utilizadas por outros projetos da Embrapa Cerrados, assim como em parcerias com outras unidades da Embrapa e universidades da região, em estudos de impactos ambientais sobre os recursos hídricos nos diversos sistemas de produção utilizados no bioma Cerrado.

## Referências

CRUZ, C. J. D. **Avaliação de características da composição química de solução de solo, sob área agrícola**. 2009. 35 f. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRUZ, C. J. D.; PARRON, L. M.; ROCHA, A. L. A. Disponibilidade e mobilidade de íons em solução de solo sob cultura de cafeeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

DOLABELLA, R. H. C. **Caracterização agroambiental e avaliação da demanda e da disponibilidade dos recursos hídricos do Rio Jardim** - DF. 1996. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

JESUS, W. B. **Estudo das características cromatográficas na determinação de cátions e ânions em trocadores de sílica gel organofuncionalizada**. 2007. 88 f. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

JESUS, W. B.; PARRON, L. M. Características cromatográficas na determinação de cátions em trocadores de sílica gel organofuncionalizada em amostras de água da Bacia do Rio Jardim, DF. In: ENCONTRO DE JOVENS TALENTOS DA EMBRAPA CERRADOS, 3., 2007, Planaltina, DF. **Resumos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007a. p. 66. (Embrapa Cerrados. Documentos, 176).

JESUS, W. B.; PARRON, L. M. Estudo das características cromatográficas na determinação de ânions em trocadores de sílica gel organofuncionalizada em amostras de água da bacia do Rio Jardim, DF. In: ENCONTRO DE JOVENS TALENTOS, 3., 2007, Planaltina. **Resumos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007b. p. 65. (Embrapa Cerrados. Documentos, 176).

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 563-596.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da; KOIDE, S. Implantação de unidade de monitoramento intensivo para apoio a estudos hidrológicos em área de Cerrado: a Bacia Experimental do Alto Rio Jardim - DF. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE, 2., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2008.

LUIZ, G. P.; PARRON, L. M.; JESUS, W. B.; ROCHA, A. L. A.; SILVA, E. M. Concentrações de nitrato e amônio em água subterrânea na bacia do Rio Jardim - DF. In: ENCONTRO DE JOVENS TALENTOS DA EMBRAPA CERRADOS, 3., 2007, Planaltina, DF. **Resumos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 31. (Embrapa Cerrados. Documentos, 176).

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; LIMA, J. E. F. W. **Potencial de impacto da agricultura sobre os recursos hídricos na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 56).

PARRON, L. M.; COSER, T. R.; JESUS, W. B.; LUIZ, G. P.; SILVA, E. M. Influência da agricultura na concentração de nutrientes da água de rios na bacia hidrográfica do Rio Jardim, DF. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambú. **Ecologia no tempo de mudanças globais: programas e anais**. Caxambu: SEB, 2007. 1 CD-ROM.

SHIBANO, K.; AZEVEDO, J. A.; OSHIMA, H. Evaluation of the water quality for environmental conservation in the Federal District, Brazil. In: SANO, E. E. (Ed.) **Project of sustainable agricultural development and natural resources conservation in the Brazilian Cerrado**: technical report 1994-1999. Planaltina, DF: JICA: Embrapa Cerrados, 2000. cap.18. p. 329-337. 1 CD-ROM.

SILVA, E. M. da.; AZEVEDO, J. A. de.; GUERRA, A. F. F.; FIGUEREDO, S. F.; ANDRADE, L. M. de; ANTONINI, J. C. dos A. **Manejo de irrigação por tensiometria para as culturas de grãos na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 60 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 6).

YOSHII, K.; FURUHATA, A.; OLIVEIRA, A. J. de. Monitoramento da qualidade da água. In: YOSHII, K.; CAMARGO, A. J. A.; ORIOLI, A.L. (Org.) **Monitoramento ambiental nos projetos agrícolas do Prodecer**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. cap. 6. p. 79-106.

## Participantes do Projeto

Lucília Maria Parron; Jorge Enoch Furquim Werneck Lima;  
Eduardo Cyrino Oliveira-Filho; Euzebio Medrado da Silva.