



EPAMIG

INFORME AGROPECUARIO

v. 32 - n. 260 - jan./fev. 2011 ISSN 0100-3364

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Tecnologias para o Cerrado mineiro



SEM CONHECIMENTO, o solo é apenas um pedaço de terra.

SENAR MINAS, capacitação profissional
e desenvolvimento social para o homem do campo.



Há quase 20 anos, o SENAR MINAS (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) – entidade vinculada à FAEMG (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais) – atua para melhorar a qualidade de vida no campo, promovendo a formação e a capacitação dos trabalhadores, produtores rurais e de suas famílias.

O SENAR MINAS oferece mais de 120 cursos, além de treinamentos, seminários, palestras e programas especiais, promovendo as ações gratuitamente.

Os cursos na área de Formação Profissional Rural (FPR) são voltados para o mercado de trabalho, enquanto os de Promoção Social (PS) visam ao desenvolvimento das aptidões pessoais e sociais das famílias rurais.

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.32 n.260 jan./fev. 2011

Belo Horizonte-MG



Apresentação

Os Cerrados ocupam, aproximadamente, um quarto do território brasileiro, pouco mais de 200 milhões de hectares, e abriga um rico patrimônio de recursos naturais renováveis adaptados às rígidas condições climáticas, edáficas e hídricas que determinam sua própria existência.

Seus solos são antigos, profundos e bem drenados. Nutricionalmente, são ácidos e de baixa fertilidade, com altos níveis de ferro e alumínio. Nesse bioma, o clima é estacional, com duas estações bem definidas, seca e úmida. A precipitação média anual é de 1.500 mm, com grandes variações intrarregionais.

Os solos do Cerrado foram considerados, até o final dos anos 60, impróprios à agricultura. A pesquisa científica, entretanto, tornou-os propícios para as culturas de grãos.

A utilização intensiva dos Cerrados acarretou mudanças significativas no ambiente, sendo considerado o ecossistema brasileiro que mais sofre alterações por ações antrópicas.

Diante disso, a ciência vem contribuindo com novas tecnologias, alternativas para a produção de alimentos, de fibras e de energia, com foco em sustentabilidade, preservação ambiental e responsabilidade social.

Pela importância do Cerrado para a agricultura e pecuária, há, hoje, uma necessidade crescente de que as informações técnico-científicas cheguem de fato às mãos dos agricultores, extensionistas, pesquisadores e estudantes.

Esta edição da revista Informe Agropecuário vem suprir esta lacuna ao divulgar tecnologias para a agropecuária desse ecossistema.

*Aurinelza Batista Teixeira Condé
Adriano de Souza Guimarães*

Sumário

Editorial	3
Entrevista	4
Cafecultura no Cerrado mineiro <i>Juliana Costa de Rezende, Cesar Elias Botelho, Alex Mendonça de Carvalho, Gladyston Rodrigues Carvalho, Antonio Alves Pereira e Paulo Tácito Gontijo Guimarães</i>	7
Soja em Minas Gerais <i>Roberto Kazuhiko Zito, Neylson Eustáquio Arantes, Vanoli Fronza, Maria Eugenia Lisei de Sá, Gilda Pizzolante de Pádua, Ana Luisa Zanetti e Ana Cristina P. Juhász</i>	16
Cultura do milho no Cerrado <i>José Mauro Valente Paes, Fábio Aurélio Dias Martins e Marcus Rodrigues Teixeira</i>	22
Tecnologias para a cultura do arroz no Cerrado mineiro <i>Vanda Maria de Oliveira Cornélio, Moisés de Sousa Reis, Antônio Alves Soares, Fábio Aurélio Dias Martins, Aurinelza Batista Teixeira Condé e Plínio César Soares</i>	28
Expansão e cultivo da cultura do trigo em Minas Gerais <i>Maurício Antônio de Oliveira Coelho, Aurinelza Batista Teixeira Condé, Moacil Alves de Souza, Vanoli Fronza e Celso Hideto Yamanaka</i>	38
Importância do uso de sementes na agricultura do Cerrado mineiro <i>Fábio Aurélio Dias Martins, Bruno Sérgio Vieira, Everaldo Antonio Lopes e Aurinelza Batista Teixeira Condé</i>	48
Alumínio em plantas cultivadas no Cerrado: adaptação e toxidez <i>Evandro Binotto Fagan, Alex Teixeira Andrade, Fábio Aurélio Dias Martins, Carlos Henrique Eiterer de Souza, Derblai Casaroli e Walquiria Fernanda Teixeira</i>	57
Avaliação e escolha de milho para silagem <i>Carlos Juliano Brant Albuquerque, Leonardo de Oliveira Fernandes, Adriano de Souza Guimarães, José Mauro Valente Paes, Renata da Silva Brant e Rogério Soares de Freitas</i>	68
Opções para formação de palha no Sistema Plantio Direto nos Cerrados <i>Cícero Monti Teixeira, Carlos Henrique Eiterer de Souza, Ronan Magalhães de Souza, Jalison Lopes e Vanessa Júnia Machado</i>	77
Estratégias para recuperação e renovação de pastagens <i>Ronan Magalhães de Souza, Maria Celuta Machado Viana, Valdir Botega Tavares, Jalison Lopes, Adriano de Souza Guimarães e Dawson José Guimarães Faria</i>	88
Irrigação de pastagens <i>Edilane Aparecida da Silva, Domingos Sávio Queiroz, Maria Celuta Machado Viana, Adriano de Souza Guimarães, Derblai Casaroli, Adalberto Vieira de Souza e José Reinaldo Mendes Ruas</i>	98

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.32	n.260	p. 1-112	jan./fev.	2011
----------------------	----------------	------	-------	----------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Antônio Lima Bandeira

Plínio César Soares

Maria Lélia Rodriguez Simão

Juliana Carvalho Simões

Mairon Martins Mesquita

Vânia Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Plínio César Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Pesquisa

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Divisão de Produção Animal

Marcelo Lanza

Divisão de Produção Vegetal

Trazilbo José de Paula Júnior

Chefia de Centro de Pesquisa

Vânia Lacerda

Departamento de Publicações

EDITORES-TÉCNICOS

Aurinelza Batista Teixeira Condé e Adriano de Souza Guimarães

CONSULTORES TÉCNICO-CIENTÍFICOS

Bruno Sérgio Vieira (UNIPAM - Patos de Minas) e João Batista

Ribeiro da Silva Reis (EPAMIG)

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE PUBLICAÇÕES

EDITORA-CHEFE

Vânia Lacerda

REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide, Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Maria Alice Vieira, Erasmo dos Reis Pereira, Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano Chaves Amaral e Débora Nigri (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Fabriciano Chaves Amaral

Capa: *Fabriciano Chaves Amaral*

Foto da capa: *Roberto Kazuhiko Zito*

Impressão:



IMPRESA OFICIAL
Governo do Estado de Minas Gerais

Informe Agropecuário é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

Assinatura anual: **6 exemplares**

Aquisição de exemplares

Divisão de Gestão e Comercialização

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

www.informeagropecuario.com.br; www.epamig.br

E-mail: publicacao@epamig.br

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

PUBLICIDADE

Décio Corrêa

Telefone: (31) 3489-5088 - deciocorrea@epamig.br

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Elmiro Alves do Nascimento
Antônio Lima Bandeira
Pedro Antônio Arraes Pereira
Adauro Ferreira Barcelos
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Décio Bruxel
Sandra Gesteira Coelho
Eliás Nunes de Alcântara
Vicente José Gamarano
Joanito Campos Júnior
Helton Mattana Saturnino

Conselho Fiscal

Carmo Robilota Zeitone
Heli de Oliveira Penido
José Clementino Santos
Evandro de Oliveira Neiva
Márcia Dias da Cruz
Celso Costa Moreira

Presidência

Antônio Lima Bandeira

Vice-Presidência

Mendherson de Souza Lima

Diretoria de Operações Técnicas

Plínio César Soares

Diretoria de Administração e Finanças

Aline Silva Barbosa de Castro

Gabinete da Presidência

Thaissa Goulart Bhering Viana

Assessoria de Comunicação

Roseney Maria de Oliveira

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional

Felipe Bruschi Giorgi

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Nuno Miguel Branco de Sá Viana Rebelo

Assessoria de Negócios Tecnológicos

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Renato Damasceno Netto

Assessoria de Relações Institucionais

Luiz Carlos Gomes Guerra

Assessoria de Unidades do Interior

Júlia Salles Tavares Mendes

Auditoria Interna

Márcio Luiz Mattos dos Santos

Departamento de Compras e Almoxarifado

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Departamento de Contabilidade e Finanças

Warley Wanderson do Couto

Departamento de Engenharia

Luiz Fernando Drummond Alves

Departamento de Transferência Tecnológica

Juliana Carvalho Simões

Departamento de Patrimônio e Serviços Gerais

Mary Aparecida Dias

Departamento de Pesquisa

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Publicações

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Recursos Humanos

Flávio Luiz Magela Peixoto

Departamento de Eventos Tecnológicos

Mairon Martins Mesquita

Departamento de Transportes

José Antônio de Oliveira

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Luiz Carlos G. C. Júnior, Gérson Occhi e Nelson Luiz T. de Macedo

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul de Minas

Rogério Antônio Silva e Ana Paula de M. Rios Resende

EPAMIG Norte de Minas

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Zona da Mata

Trazilbo José de Paula Júnior e Giovani Martins Gouveia

EPAMIG Centro-Oeste

Édio Luiz da Costa e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba

José Mauro Valente Paes e Marina Lombardi Saraiva

Tecnologia promove desenvolvimento agrícola do Cerrado

A expansão da fronteira agrícola brasileira teve início com a ocupação do Cerrado na década de 1970, por meio da incorporação de novas áreas e de investimentos em ciência e tecnologia, os quais propiciaram aumento de produtividade. O Cerrado brasileiro ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares, com 80 milhões de hectares sob diferentes usos da terra, sendo 26,5% ocupados com pastagens cultivadas e 10,5% com culturas agrícolas.

Com uma área correspondente a cerca de 20% do território brasileiro, o Cerrado mineiro foi considerado, por um bom tempo, área inóspita para a agricultura, por causa da baixa fertilidade das terras. Entretanto, atraiu agricultores pelos baixos preços de aquisição e por programas de incentivos oferecidos pelo governo para o desenvolvimento da região. O Cerrado mineiro abrange as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e parte do Alto São Francisco e do Noroeste. É caracterizado por áreas de relevos altiplanos, que permitem maior utilização da mecanização, propiciando uma produção mais tecnificada.

Atualmente, com os avanços da pesquisa, a região do Cerrado é uma das responsáveis por grande parte da produção agropecuária do País. Os investimentos em ciência e tecnologia estão ligados principalmente à mecanização, à seleção de cultivares, ao desenvolvimento de defensivos agrícolas e à melhoria na fertilidade do solo, por meio de calagem, adubação, conservação do solo, entre outros, que contribuíram substancialmente para o aumento da produtividade.

Esta edição do Informe Agropecuário traz informações sobre as principais culturas no Cerrado e as tecnologias capazes de gerar produtividade e sustentabilidade para os produtores dessa região.

Antônio Lima Bandeira
Presidente da EPAMIG

Alta produtividade do Cerrado mineiro é resultado de apoio e dedicação

O secretário de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Elmiro Alves do Nascimento, é formado em Administração de Empresas pelo Instituto Cultural Newton Paiva, com especialização em Administração Rural. Foi diretor-financeiro da Companhia Mineradora de Minas Gerais (Camig), presidente da Loteria Mineira e deputado estadual por quatro legislaturas. É produtor rural e dedica-se à cultura do café. Foi prefeito de Patos de Minas, presidente da Associação dos Municípios da Microrregião do Alto Paranaíba (Amapar). Com atuação expressiva nos municípios dessa microrregião que abrange o Cerrado mineiro, dedicou-se ao desenvolvimento do Alto Paranaíba e Noroeste Mineiro, com enfoque nas questões ligadas ao crescimento socioeconômico e agropecuário.



Gil Leonard

IA - Qual a importância da região dos Cerrados para Minas Gerais e o papel da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa-MG) no desenvolvimento dessa região?

Elmiro Nascimento - A transformação da agricultura brasileira ocorreu a partir de meados da década de 1960, quando se inseriu no contexto da modernização e do desenvolvimento do País, introduzido pelo governo Kubitschek, o Plano de Metas. Em consequência do esgotamento das terras disponíveis para a expansão da atividade agropecuária, a região dos Cerrados tornou-se estratégica para a incorporação de novas áreas ao processo produtivo, tanto por sua posição geográfica como por suas características físico-ambientais, que propiciaram a expansão da produção agropecuária nos padrões da nova agricultura moderna, lastreada no pacote tecnológico da “Revolução Verde”. Nesse processo, a atuação do Estado foi decisiva para a ocupação agrícola do Cerrado. Para dar suporte aos projetos de desenvolvimento de tecnologias adequadas à exploração do bioma Cerrado, o governo federal criou a Embrapa, que teve atu-

ação destacada no processo, por meio do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa-CPAC), atualmente designada Embrapa Cerrados. No âmbito estadual, essa responsabilidade foi exercida pela EPAMIG.

Merecem destaque também os projetos e ações derivados do Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (Padap), do Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro) e do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer).

IA - A expansão da pecuária e de culturas agrícolas vem modificando a região do Cerrado. Em sua opinião, qual o real impacto dessas atividades a partir de conceitos ecológicos, de sustentabilidade e de atividades integradas de produção?

Elmiro Nascimento - A intensificação das explorações agropecuárias no Cerrado provocou, em certa medida, alguns impactos naquele bioma, notadamente no que se refere à degradação das áreas de pastagens. Todavia, por meio de estudos e pesquisas realizados pela EPAMIG e Embrapa, com o apoio

das universidades, foram desenvolvidos processos de produção que estão promovendo a recuperação dos recursos naturais dos Cerrados. Entre estes, destacamos a prática do Sistema Plantio Direto (SPD) e as ações de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

IA - As atuais estatísticas apontam a região do Cerrado mineiro como a detentora das mais altas produtividades. A que o senhor atribui esta posição?

Elmiro Nascimento - As altas produtividades observadas nas explorações agrícolas desenvolvidas nos Cerrados são consequências naturais dos trabalhos e estudos de pesquisas agrícolas desenvolvidos para a região, que, associados às condições edafoclimáticas, ao relevo favorável para práticas de mecanização, à abundância de recursos hídricos e à dedicação dos produtores ensejam a obtenção de elevada produtividade pelos empreendimentos ali localizados. Atualmente, os números apresentados pelo agronegócio na região do Cerrado mineiro traduzem de forma inequívoca sua importância no contexto da economia estadual. No segmento

de grãos, a região dos Cerrados ocupa o primeiro lugar nas produções de algodão, amendoim, feijão, milho, soja, sorgo e trigo. Quanto ao setor sucroalcooleiro, a grande maioria das usinas produtoras de açúcar e álcool está localizada no Cerrado mineiro, o que faz da região a maior produtora de cana-de-açúcar do Estado. A cafeicultura irrigada é também expressiva no Cerrado mineiro. Na pecuária de corte, a região destaca-se não só pelo rebanho bovino de alta linhagem, mas também por abrigar as principais plantas industriais de abate. Da mesma forma, o Cerrado de Minas, com sua elevada produção de milho, é grande produtor de suínos e aves e detém diversos abatedouros e processadores de carnes dessas explorações. Na produção de frutas, o Cerrado também se destaca como principal produtor mineiro de laranja e abacaxi.

IA - Qual o impacto das atividades agropecuárias do Cerrado mineiro no que se refere à geração de riqueza, emprego e renda?

Elmiro Nascimento - Pode-se atribuir à pujança do agronegócio do Cerrado mineiro importância capital na geração de riqueza, emprego e renda, bem como no amortecimento do fluxo migratório rural-urbano.

IA - A crescente diversificação das atividades agropecuárias no Cerrado mineiro é resultado das políticas de pesquisa, extensão e difusão de tecnologias fomentadas pelo estado de Minas Gerais?

Elmiro Nascimento - A conquista do Cerrado em escala comercial e diversificada é decorrente da existência constante de políticas públicas dos governos federal e estadual e da presença permanente, em nível de campo, da pesquisa agropecuária e da assistência técnica e extensão rural.

IA - O agricultor está preparado para assimilar e adotar as tecnologias desenvolvidas pelas instituições de pesquisa?

Elmiro Nascimento - Sim, desde que as condições de mercado lhe permitam obter retornos econômico-financeiros e sociais.

Atualmente, os números apresentados pelo agronegócio na região do Cerrado mineiro traduzem de forma inequívoca sua importância no contexto da economia estadual.

IA - Confrontando o fator custo com adoção das atuais tecnologias, que medidas governamentais estimulariam os agropecuaristas a adotá-las?

Elmiro Nascimento - Os ganhos de produção, produtividade e qualidade, dentro da porteira, podem compensar os custos de produção em decorrência da otimização dos processos de produção. Entretanto, esses ganhos podem ser perdidos, à medida que são visíveis os estrangulamentos operacionais na logística da colheita, transporte, armazenamento e distribuição.

IA - Em sua opinião, quais estratégias seriam determinantes para uma melhor atuação das atividades agropecuárias no Cerrado mineiro e qual o papel da Seapa-MG nesta busca?

Elmiro Nascimento - Uma das alternativas estratégicas é considerar as vantagens comparativas regionais na produção de grãos, cereais, oleaginosas, cana-de-açúcar e carnes direcionadas para o abastecimento dos mercados interno e externo. Caberá, certamente, à Seapa-MG a formulação e a implementação de políticas públicas de apoio e suporte aos empreendedores rurais.

IA - Que ações a Seapa-MG vem implementando para o fortalecimento dos agropecuaristas do Cerrado mineiro?

Elmiro Nascimento - Entre os diversos programas e projetos implementados pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento e suas entidades vinculadas (EPAMIG, Emater, IMA e Ruralminas), para o fortalecimento dos agropecuaristas mineiros podemos destacar o Certifica Minas, que é um programa estruturador do governo de Minas para ampliar a inserção competitiva dos produtos agropecuários mineiros nos mercados internacionais, com ênfase na superação das restrições zoofitossanitárias existentes. Já o Programa Mineiro de Incentivo à Cultura do Algodão (Proalminas) busca incentivar a modernização da produção agrícola do algodão e estimular a indústria têxtil no Estado, por meio de mecanismos de comercialização que garantam melhor remuneração ao cotonicultor. O Proalminas foi instituído conforme o disposto na Lei Estadual nº 14.559, de 30 de dezembro de 2002, e no Decreto nº 43.508, de 8 de agosto de 2003. Destaco ainda o Programa de Desenvolvimento da Competitividade da Cadeia do Trigo em Minas Gerais (Comtrigo) para recuperar a competitividade da cadeia produtiva do trigo em Minas Gerais e aumentar a participação da produção e do consumo estadual de trigo e derivados com uma perspectiva de organização de toda a cadeia produtiva tritícola.

■ Por Vânia Lacerda

A FAPEMIG TAMBÉM APOIA O SETOR DE BIOTECNOLOGIA

Minas Gerais possui um dos principais pólos de biotecnologia do país. O setor é considerado estratégico pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que mantém diversas linhas de financiamento destinadas a ampliar a produção científica e incentivar a inovação. Dessa forma, contribui para o desenvolvimento do Estado e a melhoria da qualidade de vida da população.

FAPEMIG

Cafeicultura no Cerrado mineiro

Juliana Costa de Rezende¹
Cesar Elias Botelho²
Alex Mendonça de Carvalho³
Gladyston Rodrigues Carvalho⁴
Antonio Alves Pereira⁵
Paulo Tácito Gontijo Guimarães⁶

Resumo - A região do Cerrado mineiro abrange as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e parte do Alto São Francisco e do Noroeste. É caracterizada por áreas de relevos altiplanos, que permitem maior utilização da mecanização da atividade cafeeira durante todo o processo produtivo. Nessa região estão presentes as condições para o desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia, que, aliadas às condições climáticas e topográficas, ao tamanho das propriedades e ao perfil dos produtores, resulta na produção de um café diferenciado no sabor da bebida. Em 2005, a região foi reconhecida como a primeira Denominação Geográfica de Café do Brasil e do Mundo, criando uma identidade para um produto específico e garantindo boas práticas agrícolas, responsabilidade ambiental e social. Com os avanços da ciência e da tecnologia, atualmente essa região é uma das responsáveis por grande parte da produção agropecuária do País e, embora a cafeicultura brasileira venha perdendo espaço no mercado internacional, no Cerrado do estado de Minas Gerais pratica-se, hoje, uma cafeicultura moderna, com um produto diferenciado, de alta qualidade, direcionado aos compradores mais exigentes do mundo.

Palavras-chave: Café do Cerrado. Prática cultural. Certificação. Qualidade.

INTRODUÇÃO

A região do Cerrado mineiro compreende as áreas geográficas delimitadas pelos paralelos 16° 37' a 20° 13' de latitude e 45° 20' a 49° 48' de longitude, abrangendo as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e parte do Alto São Francisco e do Noroeste. Caracteriza-se por áreas de relevo altiplano, com altitudes de 800 a 1.200 m acima do nível do mar e um índice

pluviométrico médio de 1.600 mm anuais, podendo ser dotadas de irrigação em função do regime de chuvas. Possui clima ameno (temperatura média de 18° C a 23° C), com baixa umidade relativa (UR) do ar, no período da colheita, e estações climáticas bem definidas. Somadas às características do relevo, essas são condições bastante favoráveis ao cultivo do café, fazendo da região local perfeito para a produção de excelentes cafés.

Os 159.042 ha de café, distribuídos pelos 55 municípios que compõem a região, produziram 3,859 milhões de sacas beneficiadas de café, no ano de 2009, com expectativa de produção de 5,332 milhões de sacas, para 2010 (CONAB, 2010). Esses valores demonstram a elevada produtividade da região em relação ao Estado, com uma média de 24,26 sacas por hectare, na safra de 2009, enquanto a média mineira foi de 19,87 sacas, em 2009. Além disso,

¹Eng^a Agr^a, Dr^a, Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: julianacosta@epamig.br

²Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: cesarbotelho@epamig.br

³Eng^a Agr^a, Doutorando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho.am@hotmail.com

⁴Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho@epamig.ufla.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista CNPq, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: pereira@epamig.ufv.br

⁶Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: paulotgg@ufla.br

a produtividade do Cerrado também supera a média de todos os outros Estados produtores, como Espírito Santo (21,27 sacas/hectare), São Paulo (18,81 sacas/hectare), Paraná (17,22 sacas/hectare) e Bahia (14,85 sacas/hectare). A média nacional, em 2009, ficou em 18,86 sacas de café beneficiado por hectare.

Atualmente, com os avanços da ciência e tecnologia, a região é uma das responsáveis por grande parte da produção agropecuária do País. Foram instaladas diversas cooperativas de produtores de tradicionais regiões cafeeiras, além da formação de diversos núcleos locais, que possibilitaram a expansão da cafeicultura na região. Embora a cafeicultura brasileira venha perdendo espaço no mercado internacional, no Cerrado do estado de Minas Gerais pratica-se, hoje, uma cafeicultura moderna, com um produto diferenciado, de alta qualidade, direcionado aos compradores mais exigentes do mundo.

HISTÓRIA DA CAFEICULTURA NO CERRADO

Com uma área correspondente a cerca de 20% do território brasileiro, o Cerrado mineiro foi considerado por um bom tempo área inóspita para a agricultura, por causa da baixa fertilidade das terras em comparação às do Norte do Paraná e São Paulo. Entretanto, atraiu os cafeicultores pelos baixos preços de aquisição das terras, pela baixa possibilidade de geada na região, pela topografia suave ondulada e por programas de incentivos oferecidos pelo governo para o desenvolvimento da região.

As demais particularidades do clima, que hoje diferenciam a região, não chegavam a constituir um atrativo naquela época: o mercado de café no Brasil estava regulamentado, e não havia maiores incentivos para investir em qualidade. Em meados da década de 1960, com a ocorrência de fortes geadas, agregou-se um objetivo à produção cafeeira nacional: impedir que oscilações tão bruscas comprometessem a exportação e, como consequência, a entra-

da de divisas. Foi nesse momento que uma política de reordenação territorial ganhou corpo, e o Cerrado mineiro passou a ser a região prioritária de incentivo à cafeicultura nacional. O que se viu em seguida foi um acelerado processo de mudança na paisagem, pelo qual as áreas de pecuária extensiva, até então dominantes, cederam espaço a cafezais e a culturas de grãos.

O perfil dos produtores, que são muito receptivos às mudanças e inovações, e o trabalho envolvendo Cooperativas, Universidades e órgãos de pesquisas para o Cerrado contribuíram de maneira decisiva para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo e tratos culturais. Tecnologias desenvolvidas na região possibilitaram, para a cafeicultura, a correção e adubação dos solos originalmente de baixa fertilidade, além da implantação de sistemas de irrigação.

Em fins de 1972, com base em planos de incentivo à ocupação de novas fronteiras agrícolas, contemplando financiamento para compra de terras para novos colonos; além de políticas de crédito agrícolas do Sistema Nacional de Crédito Rural e Pesquisas Científicas, públicas e privadas, o Cerrado foi reconhecido como região cafeeira pelo extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), propiciando condições para investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias.

Com a extinção do IBC, no início da década de 1990, conjugando-se com sucessivos e perniciosos planos econômicos no Brasil, a cafeicultura sofreu pesados golpes. Foi nesse quadro que surgiram as primeiras percepções de que, dados os atributos naturais da região, uma estratégia de diferenciação pela origem e pela qualidade seria o caminho, possibilitando um diferencial de preço para os produtores do Cerrado.

Nesse momento, houve uma aglutinação de grupos de cafeicultores, cada qual em sua região, com o objetivo de se organizarem em prol da cafeicultura do Cerrado. Em 1992, foi fundado o Conselho das Associações dos Cafeicultores

do Cerrado (Caccer), com a finalidade de manter uma gestão estratégica unificada, coordenada e consistente para o café do Cerrado, padronizar a qualidade e servir como voz única de representação.

Em junho de 1993, houve a assinatura de um protocolo de intenções envolvendo o IMA, a EPAMIG, a Emater-MG, a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e o Caccer. Esse documento resultou na publicação da Portaria nº 165, de 27 de abril de 1995 (IMA, 1995), que delimitava oficialmente quatro regiões produtoras de café no Estado: Sul de Minas, Cerrado, Jequitinhonha e Montanhas de Minas e previa a instituição do certificado de origem.

Considerando que a área demarcada pela Portaria nº 165 de 27/4/1995 (IMA, 1995) não contemplava áreas localizadas em microclimas favoráveis à produção de café, ampliou-se a área propícia à cafeicultura com a adoção de práticas de irrigação para a cultura em regiões com déficit hídrico; a Portaria nº 397, de 21 de julho de 2000 (IMA, 2000), redefine o limite da cultura do Cerrado incluindo o Norte de Minas.

TRATOS CULTURAIS

A ocupação da região do Cerrado mineiro possui algumas limitações quanto a fatores ambientais. A existência de uma estação seca definida de maio a setembro e períodos de estiagem nos meses chuvosos, os veranicos, durante a fase de crescimento das plantas e enchimento de grãos, podem representar uma barreira para o aumento de produtividade. As características dos solos dos Cerrados, como baixa fertilidade natural, tanto de macro quanto de micronutrientes, e acidez elevada são fatores adversos que interferem no sucesso da atividade agrícola. Com o avanço da cultura do café na região dos Cerrados, houve um aumento da demanda de informações técnicas sobre irrigação, nutrição mineral, desenvolvimento vegetativo e aspectos sobre a qualidade e a quantidade de café colhido.

A fertilidade do solo é um dos principais fatores que interferem na produtividade dos cafeeiros. “Construir” a fertilidade desses solos significa fazer uso de doses adequadas de calcário, de gesso agrícola e de fertilizantes. O uso racional desses insumos é de suma importância para a manutenção de uma cafeicultura sustentável, economicamente viável e ambientalmente correta.

Esses solos caracterizam-se por apresentar uma acidez quase generalizada, baixos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), elevados teores de alumínio (Al) que afetam o desenvolvimento e a produção dos cafeeiros. A calagem é uma das práticas mais importantes para melhorar as condições de baixa fertilidade natural desses solos. No entanto, esta não corrige a subsuperfície, isto é, a camada abaixo daquela na qual se incorporou o calcário. Por isso, é importante, na fase de implantação, a aplicação do gesso que proporciona melhoria no ambiente radicular, suprimindo o solo com Ca até as camadas mais profundas. Dessa forma, o gesso favorece o aprofundamento das raízes explorando maior volume de solo, nutrientes e água, o que permite que o cafeeiro supere os períodos de veranico. Além da água, os nutrientes também são aproveitados com maior eficiência. A necessidade de gessagem é determinada pela análise de solo da camada subsuperficial de 20-40 cm.

A adubação deve ser feita de maneira usual para a cafeicultura, ou seja, segundo os teores dos nutrientes no solo determinados por análise, considerando a produção prevista para o ano da lavoura. A dose deve ser dividida em três ou mais parcelas para o nitrogênio (N) e o potássio (K), podendo-se aplicar o fósforo (P) em apenas um parcelamento.

Assim como nas outras regiões, a ferrugem e a cercosporiose são as principais doenças do cafeeiro, controladas com nutrição equilibrada e a aplicação preventiva de defensivos agrícolas. Muitos cafeicultores demonstram ações que convergem para aplicação segura dessas práticas, como a escolha de

produtos específicos, modo correto de aplicação, qualificação dos aplicadores em segurança e condições adequadas dos equipamentos. Outras doenças como mancha-de-phoma, mancha-aureolada, mancha-anular e antracnose também podem causar prejuízos significativos nas lavouras dessa região.

O bicho-mineiro é a principal praga na região do Cerrado, por causa do clima quente e seco. Normalmente, ocorrem dois picos populacionais da praga, o primeiro em abril e maio e o segundo em setembro e outubro. Dessa forma, o manejo dessa praga deve ser feito adotando medidas conservacionistas de seus inimigos naturais, e, quando necessário, deve-se fazer o controle químico, combinando inseticidas sistêmicos via solo e aplicações foliares. A tomada de decisão para controle químico deve ser com base no monitoramento da praga.

Outras pragas, como as cigarras, a cochonilha-da-raiz, o ácaro-branco e a broca-do-café, também são comuns nessa região. A cochonilha-verde em lavouras irrigadas e as cochonilhas-farinhas que atacam rosetas, em lavouras irrigadas ou não, também já foram constatadas na região.

A escolha de cultivares de café recomendadas para as condições de solo e clima da região e o plantio de mudas com bom aspecto vegetativo e fitossanitário são cuidados que devem ser tomados na implantação de uma lavoura. Algumas cultivares são recomendadas para a região do Cerrado, destacando-se ‘Catuaí Vermelho’ (IAC-99 e IAC 144), ‘Catuaí Amarelo’ (IAC-62), ‘Mundo Novo’ (IAC-379-19), ‘Topázio’ (MG-1190), ‘Acaia Cerrado’ (MG-1474) e ‘Catiguá MG2’.

MANEJO MECANIZADO DA LAVOURA

Na região do Cerrado mineiro predominam os relevos planos, suave ondulado e ondulado, o que permite uma maior utilização da mecanização da atividade

cafeeira durante todo o processo produtivo, proporcionando uma maior rapidez na operação, maior eficiência na execução e menores custos operacionais da atividade cafeeira.

Dessa forma, o plantio de novas lavouras na região passou a contar cada vez mais com um planejamento antecipado, pois tal ação facilita a locomoção das máquinas e outros equipamentos, uma vez que se levam em conta a declividade do terreno, o alinhamento das plantas e o comprimento das linhas do cafeeiro à necessidade da mecanização. Também faz parte desse planejamento na implantação da lavoura, a construção de carregadores mais largos, e o plantio em linha reta, sendo que o conjunto desses fatores facilitará a mecanização, principalmente a colheita.

O primeiro passo para o sistema é a escolha de uma cultivar compatível com as condições climáticas, altitude, tecnologia disponível, definição do espaçamento compatível ao porte e arquitetura da planta. Nesse contexto, as pesquisas vêm-se concentrando no desenvolvimento de novas cultivares adaptadas à colheita mecanizada, ou seja, plantas que apresentam desprendimento mais fácil dos frutos, quando maduros, maior uniformidade de maturação, além de possuírem porte baixo e ramos distribuídos mais uniformemente ao longo do tronco. Essas características buscadas pela pesquisa facilitam e otimizam o deslocamento de máquinas nas lavouras.

A mecanização da cafeicultura inicia-se com a conservação do solo, preparo dos sulcos com qualidade, ou seja, sulcos em profundidade desejável e boa mistura dos corretivos e fertilizantes. O plantio das mudas também pode ser feito por meio de máquinas, garantindo um bom alinhamento, com intervalo uniforme e constante entre as mudas e um estande desejado.

A colheita do café é uma operação complexa (Fig. 1), composta por uma série de operações, sendo todas realizadas com o auxílio da mecanização, tais como: arruação, derriça, varrição, abanação, re-

colhimento e transporte. Essas operações devem ser iniciadas quando a maior parte dos frutos estiver madura.

Para lavouras com produção acima de 30 sacas/hectare, estima-se uma redução de custos no sistema mecanizado em relação ao manual, na ordem de 40%, principalmente pela eficiência das máquinas na execução da colheita dos frutos. As

colheitadeiras, em determinadas condições de trabalho, chegam a fazer, em um dia de serviço o equivalente ao serviço de 250 homens, justificando, portanto, sua utilização no racionamento dos custos da colheita.

IRRIGAÇÃO

No Cerrado mineiro, a competitividade de conquista por novos mercados de

comercialização do café tem exigido do cafeicultor uma maior eficácia para manter-se na atividade. A adoção de novas tecnologias de condução e manejo da lavoura, como a irrigação e a fertirrigação, são condições fundamentais para o aumento da produtividade e da rentabilidade.

Na cafeicultura irrigada, é possível manejar a aplicação de água, a fim de suprir as necessidades hídricas da cultura durante a estação seca e períodos de veranicos. Vários sistemas de irrigação têm sido utilizados nos cafezais da região, destacando-se os modelos por gotejamento e por aspersão, por meio de pivô central, utilizando o emissor do tipo LEPA (Fig. 2).

Na cafeicultura irrigada, a aplicação de nutrientes tem sido realizada via água de irrigação (fertirrigação), podendo, em alguns casos, ser acompanhada de fungicidas e inseticidas (quimirrigação). Essas operações consistem na aplicação de fertilizantes e defensivos respectivamente via água de irrigação de maneira eficiente, com menor custo e também menor tráfego de máquinas na lavoura. Dessa forma, os fertilizantes e os defensivos devem ser solúveis em água, para



Figura 1 - Colheita mecanizada

Gladyston Rodrigues Carvalho



Figura 2 - Irrigação por pivô central

NOTA: A - Cafezal irrigado; B - Detalhe do emissor tipo LEPA.

Fotos: Vinicius Teixeira Andrade

que não ocorram reações que possam formar precipitados, que causam entupimento de bicos e corrosão nos sistemas de irrigação.

CERTIFICAÇÃO E MERCADO

A região do Cerrado mineiro foi reconhecida como a primeira Indicação Geográfica de Café do Brasil e do Mundo, com a Indicação de Procedência (IP) deferida em 14/5/2005, demarcada e registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) e reconhecida pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (Ompi).

A IP é caracterizada por ser o nome geográfico conhecido pela produção, extração ou fabricação de determinado produto, ou pela prestação de dado serviço, de forma a possibilitar a agregação de valor quando indicada a sua origem, independente de outras características. (INPI, 200-).

A IP é concedida mediante o cumprimento das condições e dos procedimentos estabelecidos pela Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (BRASIL, 1996). Inspirados nas experiências francesa e italiana, seus associados recebem um selo que certifica a origem controlada que demarca, principalmente, o *terroir* do café produzido naquela localidade.

Com isso, o objetivo é garantir diferencial de preço para o produtor, evitando que o café de qualidade do Cerrado sirva apenas para valorizar as “ligas” dos exportadores. Para receber a marca Café do Cerrado, os grãos precisam ser produzidos na área demarcada, e obter uma nota acima de 75 pontos na classificação sensorial da Specialty Coffee Association of America (SCAA). O produto que não atingir essa nota de 75 pontos é comercializado sem o certificado de qualidade e de origem, mas continua sendo rastreado e exportado com o lacre de segurança na saca.

Para que o lote seja certificado, é necessário ainda que a propriedade participe do Programa de Certificação, que garante boas

práticas agrícolas (BPA), responsabilidade ambiental e social. Os produtores recebem capacitação, implementam controles e procedimentos para garantia de produção com qualidade e são conscientizados que administram uma empresa rural. O objetivo é tornar a atividade competitiva.

Esse sistema de certificação estabelece uma classificação das propriedades em função dos itens de conformidade atendidos. Essa classificação, que se dá em três diferentes níveis de qualificação, identifica as propriedades por estrelas, partindo de uma até três estrelas, que é o nível de qualificação máximo. O produtor ingressa no primeiro nível (uma estrela), se estiver na região demarcada como Café do Cerrado e cumprir com algumas exigências elementares quanto às práticas agrícolas, aos cuidados com o meio ambiente e à segurança do trabalhador. Esse nível já atende ao mercado internacional com todos os quesitos de segurança alimentar, rastreabilidade e BPA, podendo progredir até três estrelas, conforme o cumprimento dos itens exigidos no Código de Conduta da propriedade produtora de café do Cerrado.

Para realizar essa atividade, a Federação dos Cafeicultores do Cerrado possui um sistema de georreferenciamento, com banco de dados das propriedades certificadas, garantindo, assim, a origem da produção. Todos os lotes de café são personalizados, com total identificação por sofisticado software, que permite toda a rastreabilidade dos cafés comercializados pelo Sistema.

Tudo isso requer, portanto, qualificação, organização logística, tecnologia, e, portanto, dificilmente pode ser uma conquista individual, pois a inserção no mercado global exige escala superior e atendimento de exigências muito maiores quanto à qualidade. Essa produção certificada é quase toda exportada para o Japão, Europa e Estados Unidos.

SISTEMA CAFÉ DO CERRADO

A Federação dos Cafeicultores do Cerrado é um órgão que congrega seis

Associações e oito Cooperativas do atual Sistema Café do Cerrado. Cada entidade do Sistema possui um papel distinto dentro da organização, fato que propicia tanto o desenvolvimento harmonioso da marca dentro da região em que as entidades estão inseridas, quanto valoriza seu posicionamento no mercado.

A Central de Cooperativas dos Cafeicultores do Cerrado (Expocaccer) tem como função armazenar, preparar e comercializar o Café do Cerrado, tanto no mercado interno, quanto no externo. As Associações assumem a responsabilidade de representar politicamente os cafeicultores, oferecendo serviços de assistência técnica e programas educativos, bem como a organização de eventos ligados à promoção da cafeicultura local. Estão localizadas em pontos estratégicos, como a Associação dos Cafeicultores da Região de Patrocínio (Acarpa), Associação dos Cafeicultores da Região de Monte Carmelo (Amoca), Associação dos Cafeicultores de Araguari (Aca), Associação dos Cafeicultores da Região de Carmo do Paranaíba (Assocafé), Associação dos Cafeicultores do Noroeste Mineiro (Acanor) e Associação de Apoio aos Produtores Rurais da Região de São Gotardo (Assogotardo).

O Sistema também conta com a Fundação de Desenvolvimento do Café do Cerrado (Fundaccer), criada com a missão de promover estudos e pesquisas nas linhas de produção e qualidade do Café do Cerrado. É mantenedora do Centro de Excelência do Café do Cerrado (CEC Cerrado), um complexo de salas de aula, auditório, laboratório, salas de treinamento, alojamento e refeitório, situado na Fazenda Experimental de Patrocínio (FEPC), da EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, e tem por objetivo proporcionar a constante divulgação, visando elevação dos padrões tecnológicos da cafeicultura da região. Cabe ao CEC Cerrado promover o intercâmbio permanente de experiências com técnicos e especialistas de diversas regiões produtoras e executar os cursos e eventos em suas estruturas.

Existe ainda o Seminário Anual sobre a Cafeicultura da Região do Cerrado. Iniciado pela Acarpa, em 1991, o evento já teve 18 edições, firmando-se como relevante fórum de discussão sobre tecnologias de produção, mecanismos de comercialização e política cafeeira, além de um importante instrumento para a divulgação da marca do Café do Cerrado.

QUALIDADE DA BEBIDA

No Cerrado mineiro, estão presentes as condições para o desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia, que, aliada às condições climáticas e topográficas, ao tamanho das propriedades e ao perfil dos produtores, resultaram na produção de um café diferenciado no sabor da bebida. Os grãos da região caracterizam-se por ter corpo, de mediano a encorpado, aroma intenso, com notas entre caramelo e nozes, acidez cítrica, sabor adocicado e achocolatado e finalização de longa duração. Em função da localização geográfica extensa, da variação de sua altitude e das características de solo, o sabor do Café do Cerrado pode variar em cada microrregião (Quadro 1).

IMPORTÂNCIA DA EPAMIG PARA A CAFEICULTURA DO CERRADO

Das várias linhas de pesquisa conduzidas dentro do Programa Cafeicultura da EPAMIG, podem-se destacar o melhoramento genético, a fertilidade de solos, o manejo de pragas e doenças, a qualidade do café e o monitoramento ambiental.

Desde quando criada em 1976, a FEPC vem participando do desenvolvimento da cafeicultura do Cerrado. Essa participação iniciou-se por meio da condução de projetos de pesquisa que deram suporte à cafeicultura que iniciava na região.

O Programa de Melhoramento, conduzido pela EPAMIG em parceria com outras instituições como a Ufla e a UFV, teve como resultado aumento do potencial produtivo e melhoria do manejo da lavoura. De início, os trabalhos foram de estudo de adaptabilidade e técnicas de manejo de cultivares, principalmente dos grupos Catuaí e Mundo Novo, introduzidas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Muitos desses estudos foram conduzidos na região do Cerrado, resultando em uma

grande aceitação das cultivares Catuaí Amarelo IAC 17, Catuaí Vermelho IAC 44 e, principalmente, a Catuaí Vermelho IAC 144 pelos produtores dessa região.

Esse Programa de Melhoramento é também responsável pelo desenvolvimento e lançamento de cultivares que hoje vêm sendo muito plantadas na região do Cerrado. Após vários ciclos de seleção, principalmente na região do Alto Paranaíba, a cultivar Acaiaí Cerrado MG 1474 foi lançada em 1995. Dessa forma, trata-se de uma cultivar bem adaptada às condições do Cerrado. Outra cultivar muito adaptada para a região é a ‘Topázio MG 1190’, que vem ganhando apreciação dos produtores pelo seu alto potencial produtivo e vigor vegetativo.

Outra linha de pesquisa trabalhada intensamente dentro desse Programa é a resistência genética ao fungo *Hemileia vastatrix*, causador da ferrugem-do-cafeeiro. Oito cultivares portadoras da resistência já foram lançadas: ‘Oeiras MG 6851’, ‘Araponga MG 1’, ‘Pau Brasil MG 1’, ‘Sacramento MG 1’, ‘Paraíso H 419-1’, ‘Catiguá MG 3’, ‘Catiguá MG 2’ e ‘Catiguá MG 1’, com

QUADRO 1 - Aroma, sabor, acidez e finalização do café do Cerrado de acordo com a microrregião

Microrregião	Aroma	Sabor	Acidez	Finalização
Norte e Oeste	Mais intenso, predomina nozes.	Muito encorpado. No espresso apresenta aspecto mais cremoso.	Praticamente sem acidez cítrica.	Achocolatada intensa.
Central (Patrocínio)	Intenso, predomina mais caramelo.	Encorpado.	Suave acidez cítrica.	Achocolatada.
Sul	Intenso, achocolatado.	Encorpado.	Acidez cítrica, mediana.	Achocolatada, por vezes frutada.
Leste	Intenso, achocolatado.	Encorpado.	Acidez cítrica, mediana.	Achocolatada, por vezes frutada.
Chapadão de Ferro	Intenso, com notas florais adocicadas.	Muito encorpado.	Acidez cítrica média/alta.	Achocolatada e frutada (uvas).
Extremo Norte	Nozes	Muito encorpado e adocicado.	Praticamente sem acidez cítrica.	Achocolatada intensa.
Indianópolis	Intenso com notas lembrando pão torrado.	Muito encorpado e untuoso.	Suave acidez cítrica.	Achocolatada.

FONTE: Expocaccer (2010).

destaque para as duas últimas, pelo seu bom desempenho produtivo na região do Cerrado mineiro.

As principais contribuições da EPAMIG para o manejo de pragas e doenças da cafeicultura do Cerrado são: a construção de curvas epidemiológicas para a ferrugem, o período de incidência da Phoma e as curvas de flutuação populacional do bicho-mineiro (Gráfico 1). Esses estudos são fundamentais para o conhecimento do comportamento das pragas e das doenças e para determinação de melhorias nos sistemas de manejo e controle fitossanitário. Trabalhos de monitoramento e determinação de nível de dano econômico, bem como estudos de controle químico por meio de testes de eficiência de novas moléculas vêm sendo conduzidos na FEPC.

Destaque deve ser dado para pesquisas da área de fertilidade do solo e nutrição do cafeeiro desenvolvidas pela EPAMIG que, historicamente, contribuíram muito para a expansão da cafeicultura na região do Cerrado, principalmente em relação à correção e ao manejo da adubação em solos de baixa fertilidade, padrão da região. A

EPAMIG foi pioneira nos estudos sobre a aplicação de gesso agrícola na cafeicultura, o qual fornece cálcio (Ca) e enxofre (S) e melhora as condições subsuperficiais do solo para o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade. Destacam-se, ainda, as curvas de resposta de nutriente, principalmente nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P). Esses resultados foram utilizados para elaboração das tabelas de adubação do cafeeiro adotadas em Minas Gerais, publicadas na 5ª aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVARES V., 1999).

Ressaltam-se também estudos na área de monitoramento ambiental de áreas cafeeiras, utilizando-se de imagens de satélites, desenvolvidas por pesquisadores do Laboratório de Geoprocessamento (GeoSolos) da EPAMIG Sul de Minas e que resultaram em mapeamento do meio físico, incluindo solo e relevo, e também estudos sobre a dinâmica de ocupação das terras e zoneamento ambiental (ALVES et al., 2007), e sobre monitoramento agrometeorológico espectral (VOLPATO et al., 2009) na região de Patrocínio.

Eventos de difusão e transferência de tecnologia realizados pela FEPC também têm contribuído significativamente para o avanço da cultura e melhoria da qualidade do café. Outra forma de contribuição da FEPC é a multiplicação e a comercialização de sementes de café para o Cerrado, o que contribui para a ampliação e renovação da cafeicultura dessa região. Nos últimos 10 anos, a FEPC comercializou cerca de 40 mil quilos de sementes.

BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS

O Banco de Germoplasma representa um acervo de genes oriundos dos recursos genéticos naturais que constituem matéria-prima básica para suportar os programas de melhoramento genético das plantas cultivadas. É dessa conservação a curto, médio ou longo prazos que o material se torna disponível para a comunidade de usuários, pelo fornecimento de genes de grande importância para serem incorporados na obtenção de genótipos superiores, que, após melhorados, constituirão novas cultivares portadoras de características especiais de elevado valor agrônomo.

Uma das mais importantes coleções do País está implantada, desde 2005, na FEPC, sendo composta por 1.327 acessos, sendo estes, principalmente de *Coffea arabica*, contando com muitas cultivares e mutantes, além de valioso material coletado na Etiópia e representando formas silvestres espontâneas e subspontâneas de *C. arabica*.

Além disso, no Banco de Germoplasma, outras espécies dos gêneros *Coffea*, tais como *C. canephora*, *C. racemosa* e *C. dewevrei*, e híbridos interespecíficos encontram-se representados por uma ou mais variedades ou introduções. Esses acessos foram coletados pelo pesquisador Antonio Alves Pereira, nas regiões cafeeiras brasileiras e de outros países, em Bancos de Germoplasma nacionais ou internacionais, em centros de origem e em outros locais que dispunham de exemplar

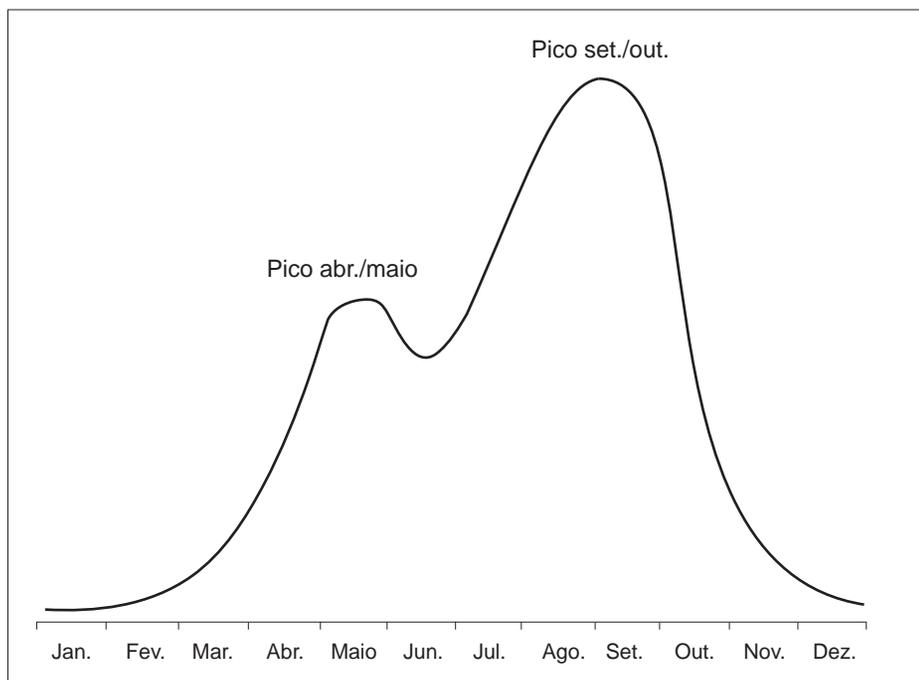


Gráfico 1 - Curva de flutuação populacional do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), nas regiões do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro

FONTE: Souza, Reis e Rigitano (1998).

que inclua variabilidade genética de interesse.

Neste sentido, o Banco de Germoplasma encerra uma grande variabilidade genética e também um grande número de acessos de seleções que produzem café com qualidade superior de bebida, com destaque especial para importantes fontes de resistência à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), aos nematoides-das-galhas das espécies *Meloidogyne exigua* e *M. incognita*, ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), à antracnose-do-cafeeiro, causada por *Colletotrichum kahawae*, e a muitos outros agentes parasitas do cafeeiro. Entre as fontes de resistência à ferrugem destacam-se os acessos de Híbrido Timor, portadores dos fatores de resistência S_{H_1} , 5, 6, 7, 8 e 9 e outros não identificados; das seleções indianas portadoras de S_{H_3} e de várias seleções da Etiópia portadoras dos fatores S_{H_1} , 2, 4 e 5. No acervo de genótipos de cafeeiros, sabidamente com qualidade de bebida superior, conservados no Banco de Germoplasma, merecem destaque as seleções de Bourbon Vermelho, Bourbon Amarelo, Típica, Laurina (Fig. 3) e outras seleções da Etiópia.



Figura 3 - Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais

Esse Banco de Germoplasma fornece aos pesquisadores brasileiros materiais necessários às pesquisas de plantas com resistência a pragas e a doenças, além de permitir que, por meio de cruzamentos e sequenciamentos genéticos, a EPAMIG obtenha plantas com características necessárias à manutenção e ao aperfeiçoamento da competitividade do café brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, H.M.R. et al. Dinâmica espaço-temporal de ambientes cafeeiros de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Geotecnologias, Belo Horizonte, v. 28, n.241, p. 38-49, nov./dez, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 maio 1996.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café - safra 2010**, terceira estimativa, setembro 2010. 17p. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/90a470414b206e2314513e20522278aa..pdf>>. Acesso em: 1 out. 2010.

EXPOCACCER. **Cafés**. [S.l., 2010]. Dispo-

nível em: <<http://www.expocaccer.com.br/cafes.html>>. Acesso em: 30 set. 2010.

IMA. Portaria nº165, de 27 de abril de 1995. **Delimita regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para a instituição do certificado de origem**. Belo Horizonte, 1995. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/legislacao>>. Acesso em: 30 set. 2010.

_____. Portaria nº 397, de 21 de julho de 2000. **Altera a delimitação das regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para a instituição do certificado de origem e qualidade**. Belo Horizonte, 2000. Disponível em: <<http://www.ima.gov.br/certificacao/legislacao>>. Acesso em: 30 set. 2010.

INPI. **O que é Indicação Geográfica?** Rio de Janeiro [200-]. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/indicacao/index_html/o-que-e-indicacao-geografica>. Acesso em: 30 set. 2010.

SOUZA, J.C. de; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L. de O. **Bicho-mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado**. 2.ed. rev. e aum. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 54).

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARÉS V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

VOLPATO, M.M.L. et al. Potencial do índice NDVI para o monitoramento agrometeorológico em área cafeeira do Cerrado mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 1 CD-ROM.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ACA. **Associação dos Cafeicultores de Araguari**. Araguari, [2010]. Disponível em: <<http://www.aca.com.br>> Acesso em: 30 set. 2010.

ACARPA. **Associação dos Cafeicultores da Região de Patrocínio**. Patrocínio, [2010]. Disponível em: <<http://www.acarpa.com.br>>. Acesso em: 30 set. 2010.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de Cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

CARVALHO, V.L. de; CHALFOUN, S.M.; CUNHA, R.L. da. Manejo de doenças do cafeeiro. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v.1, p.689-756.

CHALFOUN, S.M. et al. Resgate histórico dos 35 anos de excelência em pesquisa para a cafeicultura. **Informe Agropecuário**. EPAMIG: 35 anos de pesquisa, Belo Horizonte, v.30, p.45-54, 2009. Edição especial.

FERREIRA, F.R. Germoplasma de maracujá. In: REUNIÃO TÉCNICA PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1996, Cruz das Almas. [Anais]... Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1998. p.48-53. (EMBRAPA-CNPMP Documentos, 77).

GUIMARÃES, P.T.G.; REIS, T.H.P. Nutrição e adubação do cafeeiro. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da (Ed.). **Café arábica: do**

plantio à colheita. Lavras: U.R. EPAMIG, SM, 2010. v.1, cap.6, p.343-414.

LOPÉZ, R.J. et al. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 205p.

PALMIERI, R.H. **Impactos socioambientais da certificação Rainforest Alliance em fazendas produtoras de café no Brasil**. 2008. 195p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

REIS, P.R. et al. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v.1, cap.10, p.573-688.

SANTOS, J.C.F. et al. Avaliação de conformidades de cafeicultores do Cerrado Mineiro

ro sobre exigências da produção integrada de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 7-18, jan./jun. 2008.

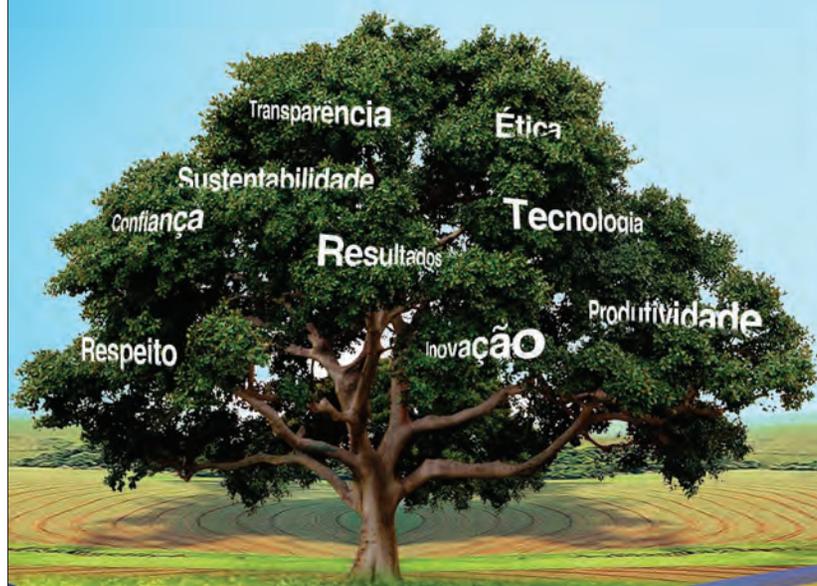
SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996. 140p.

SILVA, F.C. da. **Efeito da força de desprendimento e maturação dos frutos de cafeeiro na colheita mecanizada**. 2008. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, F.M. da; CARVALHO, G.R.; SALVADOR, N. Mecanização da colheita do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.43-54, 1997.

_____ et al. Desempenho da operação mecanizada de derrça do café. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.6, n.2, p.74-80, 1998.

Há 40 anos cultivando o melhor desta terra.



Desde 1971, a Terrena cultiva uma aliança de amor e respeito pela terra, fonte do nosso trabalho e de soluções para o homem do campo. Mais que produtividade, desenvolvemos sustentabilidade, afinal, é do solo fértil que colhemos os melhores frutos.

Com ética, transparência e responsabilidade, cultivamos o crescimento do agronegócio e colhemos a confiança de nossos clientes. Crescemos e inovamos, mas não perdemos as raízes que nos mantêm firmes até aqui.

São 40 anos de uma história germinada por muitas conquistas e regada por uma visão que vai além dos campos.

Obrigado, Cliente Terrena!



Soja em Minas Gerais

Roberto Kazuhiko Zito¹
 Neylson Eustáquio Arantes²
 Vanoli Fronza³
 Maria Eugenia Lisei de Sá⁴
 Gilda Pizzolante de Pádua⁵
 Ana Luisa Zanetti⁶
 Ana Cristina P. Juhász⁷

Resumo - A soja teve um papel fundamental na ocupação dos solos sob Cerrados e encontra-se, atualmente, em uma área superior a 22 milhões de hectares. Tornou-se a principal fonte de óleo e proteína no mundo e isso facilitou sua expansão pelo Brasil. Tecnologias desenvolvidas para a produção de soja em clima tropical, agregadas a seu sistema de produção, permitiram que a cadeia produtiva se organizasse. Nesse contexto, Minas Gerais foi uma das principais portas de entrada para esta cultura. Palavras-chave: *Glycine max*. Cultivar. Semente. Melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

As primeiras lavouras de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em Minas Gerais, foram semeadas no final da década de 1950, em solos férteis nos vales dos Rios Grande e Paranaíba. Não havia cultivares adaptadas às condições de Minas Gerais e muito menos tecnologias básicas para a cultura. Os poucos produtores pioneiros importavam sementes de São Paulo (cultivar Pelicano) e do Rio Grande do Sul (cultivares Bragg e Davis). Os primeiros dados estatísticos do IBGE são da safra 1959-1960 e relatam que foram semeados 451 ha de soja, resultando em uma produção de 222 t de grãos, com rendimento de apenas 492 kg/ha (IBGE, 2007).

A cultivar Pelicano, desenvolvida nos Estados Unidos, foi introduzida no

Brasil, em 1950, por José Gomes da Silva, pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Essa cultivar teve grande importância no estado de São Paulo, onde foi a mais cultivada até o ano de 1970 (MIRANDA; MIYASAKA; MASCARENHAS, 1982). As cultivares Bragg e Davis, também desenvolvidas nos EUA, foram introduzidas no Rio Grande do Sul, onde tiveram uma boa adaptação, atingindo uma vasta área cultivada. Em Minas Gerais, essas cultivares ocuparam uma área inexpressiva, por apresentarem estatura inadequada à colheita mecanizada. A inexistência de tecnologias específicas para Minas Gerais, como cultivares adaptadas, não permitiu a expansão do cultivo da soja no Estado, durante toda a década de 1960. Em meados dessa década, foram iniciados

os primeiros estudos sobre soja no estado de Minas Gerais, por iniciativa do extinto Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste (Ipeaco), órgão do Ministério da Agricultura. Em Uberaba, na Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT), da EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, que na época pertencia ao Ipeaco, o pesquisador Gerson Pereira Rios avaliou diversos genótipos de soja, o que permitiu a indicação das cultivares IAC-2 e Santa Rosa. A soja 'IAC-2', lançada em 1967 pelo IAC, passou a ser a melhor alternativa para cultivo em áreas de baixa fertilidade. Já a 'Santa Rosa', resultante de uma sequência de hibridações realizada em conjunto entre Shiro Miyasaka e o melhorista norte-americano, Leonard F. Williams, nos EUA, e a seleção final no

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: zito@cnpaf.embrapa.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Consultor Fundação Triângulo, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: neylson@epamiguberaba.com.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc. Pesq. Embrapa Soja, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: vanoli@cnpso.embrapa.br

⁴Bióloga, D.Sc., Pesq. EPAMIG/Embrapa Cenargem, Caixa Postal 02372, CEP 70770-917 Brasília-DF. Correio eletrônico: eugenia@epamiguberaba.com.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: gpadaua@epamiguberaba.com.br

⁶Eng^a Agr^a, Fundação Triângulo, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: analuisa@fundacaotriangulo.com.br

⁷Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: ana.juhasz@epamig.br

IAC, em Campinas, adaptou-se melhor em solos férteis. A cultivar Santa Rosa causou grande impacto na produção de soja em toda a Região Centro-Sul do Brasil. O sucesso dessas duas cultivares de soja em Minas Gerais, foi de tal ordem, que, em 1972, ocupavam mais de 80% da área cultivada no Estado (ARANTES; REZENDE; SEDIYAMA, 1979). A grande demanda pela 'Santa Rosa' levou alguns comerciantes desonestos a alterarem os rótulos das sacarias, fazendo constar o nome dessa cultivar, onde, na verdade, estavam contidas sementes de outras cultivares. Alguns anos depois de seu lançamento, a maioria das lavouras da cultivar Santa Rosa apresentava alto porcentual de plantas atípicas, resultando em maiores perdas, especialmente na colheita. Em 1976, o pesquisador Neylson Eustáquio Arantes, sediado na FEGT, restaurou as características da cultivar e liberou sementes de alta pureza genética, além de iniciar um programa de melhoramento genético que perdura até hoje.

No final da década de 1960, começaram a surgir os primeiros resultados de um programa de melhoramento da soja, desenvolvido pela UFV. Em 1969, a equipe, liderada por Tuneo Sedyama, lançou duas cultivares: Mineira e Viçosa. Ambas resultaram de cruzamentos realizados nos EUA, enviados pelo pesquisador do United States Department of Agriculture (Usda), Kuel Hinson. Posteriormente, em 1973, o programa da UFV lançou a cultivar UFV-1, que foi um marco na cultura da soja em Minas Gerais (SEDIYAMA, 1982).

Com o advento das novas tecnologias, a área cultivada com soja teve uma grande expansão, em Minas Gerais, já no início da década de 1970. A área semeada, que durante a década de 1960 oscilava entre 200 e 600 ha, chegou a 162.389 ha, na safra 1979-1980 (IBGE, 2007). Daí para frente, o crescimento foi constante, graças às tecnologias que foram sendo incorporadas a cada safra. Atualmente, a soja é a mais importante oleaginosa do Brasil. De

acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)⁸, para a safra 2009/2010, a cultura atingiu a maior área semeada do País, com 23.467.900 ha. Nesta mesma safra, foi cultivado, em Minas Gerais, 1.019.000 ha de soja, que representam 4,3% da área de soja do Brasil.

A cadeia produtiva da soja sofreu aporte de várias tecnologias nos diversos segmentos, entretanto, foi no setor produtivo que houve maior desenvolvimento tecnológico. Em Minas Gerais, o aumento de produtividade registrado ao longo dos anos foi notório, saindo de 500 kg/ha na safra 1970/1971 e chegando a 2.933 kg/ha, na safra 2008/2009 (CONAB, 2010). Rendimentos em áreas comerciais já ultrapassaram a barreira de 5 mil quilos/hectare, colocando o Brasil como referência mundial em tecnologia de produção de soja em climas tropicais e subtropicais. Atualmente, admite-se a possibilidade de plantio de soja em qualquer lugar do Brasil, desde que haja disponibilidade de água e temperaturas não limitantes.

PESQUISA DA EPAMIG E SEUS PARCEIROS

Um arranjo de pesquisa e desenvolvimento em agropecuária do estado de Minas Gerais, implantado na década de 1970, baseava-se no Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária, em que as pesquisas com soja eram realizadas em parceria com a UFV e a Ufla. Além dessas instituições, algumas ações foram desenvolvidas com o IAC e o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo) da Embrapa, atual Embrapa Soja. Nessa época, foram indicadas as cultivares Bossier, IAC-5, UFV-2, UFV-3 e Paraná.

Ainda nessa década, houve uma grande ocupação das áreas de Cerrado do Brasil Central. Em Minas Gerais, os produtores começaram a contar com o apoio de algumas cooperativas, que foram fundamentais na expansão da área de grãos. A Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC), atual Cooperativa Agropecuária do Alto

Paranaíba (Coopadap), instalou-se em São Gotardo, onde foi criado o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (Padap). Em Iraí de Minas, a Cooperativa dos Suinocultores de Encantado (Cosuel), hoje Cooperativa Agrícola Mista Iraí (Copamil), instalou-se para apoiar os agricultores que foram assentados na região, pela Companhia de Promoção Agrícola (Campo), empresa com 51% de recursos da União e 49% do governo Japonês, por meio da Japan International Cooperation Agency (Jica). Nos mesmos moldes, outros projetos de assentamento foram instalados em Coromandel, Paracatu e Unaí. Com isso, apareceram demandas por atividades agrícolas para esses grandes projetos de assentamento. Naquela época, a EPAMIG e suas parceiras tiveram importante papel na experimentação agrícola, com a finalidade de estabelecer tecnologias para viabilizar as diversas culturas a essa nova realidade de produção, diferente das regiões tradicionais do sul do País.

Na década de 1980, foram indicadas algumas cultivares de soja que substituíram as anteriores com grande vantagem: 'Doko' e 'IAC-8' ocuparam as áreas de 'IAC-2' nas semeaduras em solos de baixa fertilidade, com incremento no rendimento de grãos da ordem de 500 kg/ha. Estudos posteriores mostraram que a limitação do rendimento da soja 'IAC-2' estava associada à baixa eficiência da simbiose com *Bradyrhizobium*, bactéria responsável pela fixação do nitrogênio (N). As cultivares FT-Cristalina, Numbaíra, BR 9 - Savana, Paranaíba, MG/BR 22 (Garimpo), UFV-10 e outras, foram indicadas para solos férteis e em poucos anos ocuparam grandes áreas no Brasil Central. 'Cristalina' e 'Doko' permaneceram alguns anos como as duas cultivares mais utilizadas no Brasil Central. O nome Doko foi uma homenagem ao empresário japonês, Toshiwo Doko, que contribuiu decisivamente em várias ações de pesquisa com soja, nos anos de 1970.

Na década de 1990, houve uma substituição quase total das cultivares, em

⁸Dados fornecidos pelo MAPA, na Reunião da Comissão Estadual de Sementes e Mudas, em 22/09/2009.

decorrência do cancro-da-haste, doença fúngica que arrasava as lavouras semeadas com cultivares suscetíveis. Em 1993, a EPAMIG e a Embrapa lançaram a cultivar MG/BR 42 (Kage), que era muito produtiva e reunia quase todas as condições para se tornar uma soja de grande sucesso, não fosse o cancro-da-haste, que surgiu quando as primeiras sementes foram multiplicadas. O nome escolhido teve o propósito de homenagear o produtor Hirofumi Kage, um grande colaborador e incentivador do programa de melhoramento genético da soja em Minas Gerais. No final dos anos de 1980 e início dos anos de 1990, a EPAMIG sofreu grave crise, entrando em colapso. Nessa época, o Programa de Melhoramento da Soja só não foi extinto por escassez de recursos, graças ao apoio dado pelo Sr. Hirofumi Kage, que disponibilizou suas fazendas, em Conceição das Alagoas e Uberlândia, além de insumos, máquinas e pessoal de apoio.

Os trabalhos de pesquisa concentraram-se no uso de corretivos e fertilizantes, fixação simbiótica do N, controle de plantas daninhas, manejo da cultura, controle de pragas e doenças, melhoramento genético e qualidade de sementes.

Atualmente, algumas dessas linhas de trabalhos permanecem, mas a principal delas refere-se ao melhoramento genético, fruto de uma parceria bem-sucedida entre a EPAMIG, Embrapa e Fundação de Apoio à Pesquisa no Triângulo e Alto Paranaíba (Funap), atual Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento, assinado em 1996, com sede em Uberaba. A primeira cultivar lançada por essa parceria foi a MG/BR 46 (Conquista), que ocupou uma área tão vasta que, dificilmente, outra cultivar, em qualquer parte do globo, poderá atingir feito semelhante. Esta cultivar está sendo até hoje amplamente utilizada não só por produtores, mas também em cruzamentos, por melhoristas de todo o Brasil. Além de já plantada na Bolívia esta cultivar tem sido testada no Chile, em Cuba e na Rússia, e utilizada em eventos transgênicos.

O evento transgênico denominado Roundup Ready® (RR), com resistência

ao herbicida glifosato, já é utilizado comercialmente em larga escala, sendo uma das cultivares mais empregadas atualmente a BRS Valiosa RR, que corresponde à cultivar Conquista com o gene RR. Outro evento transgênico, a soja Cultivance® (CV), com resistência aos herbicidas do grupo das imidazolinonas, já foi aprovado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e as primeiras cultivares deverão chegar ao mercado em dois anos, sendo todas criadas a partir da cultivar Conquista modificada geneticamente.

A partir de 1995, foi dado um novo formato ao melhoramento genético de plantas, e lançadas as seguintes cultivares: MG/BR-48 Garimpo RCH (1996), BR/IAC-21 (1996), BRSMG Renascença - primeira cultivar brasileira resistente ao nematoide-de-cisto-da-soja (1997), BRSMG Confiança (1997), BRSMG Segurança (1997), BRSMG Liderança (1998), BRSMG-68 [Vencedora] (1998), BRSMG Garantia (1999), BRSMG 251 [Robusta] (2003), BRSMG 250 [Nobreza] (2004), BRS Valiosa RR (2004), BRS Favorita RR (2005), BRSMG 750SRR (2006), BRSMG 850GRR (2006), BRSMG 810C (2007), BRSMG 752S (2008), BRSMG 811CRR

(2008), BRSMG 790A (2008), BRSMG 800A (Fig. 1) – primeira cultivar brasileira de soja de tegumento marrom (2010), BRSMG 740SRR (2010) e BRSMG 760SRR (2010).

Essas tecnologias de produtividade e resistência a doenças, materializadas na forma de cultivares e transferidas por meio de sementes, permitem a exploração econômica com soja nos mais diversos ambientes, contribuindo significativamente para o setor produtivo e para a economia regional.

INOVAÇÕES NO MELHORAMENTO GENÉTICO DA SOJA

A partir dos anos de 1990, novas tecnologias de manipulação de DNA, até então confinadas em laboratórios públicos e privados, nos países desenvolvidos, começaram a demonstrar que tinham potencial para aliviar muitos dos problemas associados à Revolução Verde. As modernas técnicas de engenharia genética permitiram o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGMs) com grande potencial para resolver problemas



Figura 1 - Grãos de soja cultivar BRSMG 800A

agronômicos, de saúde e ambientais, cujo tratamento era difícil, senão impossível, pelas técnicas clássicas de melhoramento de plantas ou por práticas da agricultura convencional ou orgânica (NUFFIELD COUNCIL ON BIOETHICS, 2004).

A biotecnologia moderna introduziu novas características na soja, as quais trouxeram muitos benefícios aos produtores. Um exemplo bem-sucedido é a soja RR, desenvolvida pela Monsanto, que alterou a rota da enzima CP4-EPSPS para produzir a soja tolerante ao glifosato. A rápida adoção dessa tecnologia pelo mundo, incluindo o Brasil, confirma os avanços obtidos. Dessa forma, os Programas de Melhoramento Genético da soja, conduzidos no Brasil, obrigaram a utilizar essa tecnologia, e a evolução está tão grande que se espera, para 2011, indicar para Minas Gerais a primeira cultivar de soja RR com resistência à ferrugem asiática da soja, principal doença que, atualmente, ataca a cultura.

Em dezembro de 2009, a CTNBio aprovou a soja tolerante a herbicidas desenvolvida pela Basf, em parceria com a Embrapa. A linhagem CV 127, batizada como soja Cultivance® (CV), é tolerante ao herbicida Soyvance, da classe das imidazolinonas. A soja CV é o primeiro cultivo geneticamente modificado, desenvolvido no Brasil, desde o laboratório até a comercialização, e que utilizou como base a cultivar MG/BR 46 (Conquista), desenvolvida em Minas Gerais. A aprovação é fruto de mais de 10 anos da cooperação bem-sucedida entre a Embrapa e a Basf (EMBRAPA, 2010). Desde 2007, a parceria Embrapa/EPAMIG/Fundação Triângulo está avaliando linhagens de soja CV em campo, obtidas a partir de cruzamentos com a linhagem CV127 realizados na Embrapa Soja, e, espera-se, que a primeira cultivar seja indicada para Minas Gerais, em 2011.

Entre outubro de 2008 e fevereiro de 2010 foram aprovados comercialmente pela CTNBio a soja geneticamente modificada tolerante ao glufosinato de amônio, eventos transgênicos A5547-127 e A2704-12, respectivamente, designada soja Liberty Link (soja LL). O produto foi desenvolvido pela Bayer S.A., por meio de

inserção na planta do gene PAT, responsável pela síntese da enzima fosfotransferase (PAT), que catalisa a conversão de L-fosfotransferase (glufosinato de amônio) a produtos não tóxicos, inativando o ingrediente ativo e, desse modo, conferindo à planta a característica de tolerância ao herbicida, conforme os Pareceres Técnicos nº 2273/2010 e nº 2542/2010 da CTNBio (2010ab).

Uma nova tendência que vem ganhando popularidade na produção de culturas biotecnológicas é a combinação ou piramidação de diferentes eventos transgênicos em uma mesma planta (TARVERNIERS et al., 2008). Nesse sentido, a Monsanto, com o Parecer Técnico nº 2542/2010 (CTNBio, 2010a), obteve da CTNBio a aprovação para comercialização, no Brasil, da soja Bt/RR2, que combina, por meio de melhoramento genético convencional, a proteção contra insetos e a tolerância ao glifosato para o controle de plantas daninhas, oferecendo, dessa forma, melhores oportunidades de produtividade ao agricultor. Este produto é resultante do cruzamento, pelo melhoramento genético clássico, da soja geneticamente modificada resistente a insetos (linhagem MON 87701), com a soja geneticamente modificada tolerante a glifosato (linhagem MON 89788). Dentre os benefícios para os agricultores, além do controle de plantas daninhas, espera-se que haja redução do uso de inseticidas, melhor controle das principais pragas e, conseqüentemente, menor agressão ao meio ambiente (CONNER et al., 2004). A Embrapa Soja, localizada em Londrina, PR, já está desenvolvendo linhagens com os genes Bt/RR2 e, provavelmente, no ano de 2011, estas serão testadas em solo mineiro.

As mudanças climáticas também estão sendo alvo de estudos pelos cientistas, no desenvolvimento de culturas tolerantes às condições ambientais adversas, como, por exemplo, o estresse hídrico. Neste contexto, a Embrapa, em parceria com o Japan International Research Center for Agricultural Sciences (Jircas) e a Jica, estão desenvolvendo linhagens de soja transgênicas com tolerância à seca. Plantas de soja transformadas já foram testadas em casa de

vegetação na Embrapa Soja, demonstrando a eficiência da técnica utilizada e espera-se, em breve, testá-las em Minas Gerais. A soja geneticamente modificada contém o gene chamado Dehydration Responsive Element Binding protein (Dreb) ou Proteína de Resposta à Desidratação Celular, extraído da planta *Arabidopsis thaliana*, a primeira planta que teve seu genoma sequenciado. Essa é uma tecnologia estratégica para o País, pois junto de outras, como o manejo do solo e o plantio direto, poderá amenizar as perdas que ocorrem, quando há estiagem (EMBRAPA, 2006).

As tecnologias até agora desenvolvidas pertencem à primeira onda de transgênicos, onde foram introduzidas plantas capazes de tolerar a ação de herbicidas e o ataque de insetos, características que favorecem o manejo das lavouras e, em certas situações, reduzem os custos de produção. Em breve, estarão disponíveis outras características, como tolerância a fungos, bactérias, vírus e estresses abióticos, como a seca (NEPOMUCENO, 2010). No entanto, uma segunda onda de transgênicos está em fase de testes em campos experimentais e pequenas lavouras em diversos países. Neste grupo, especificamente no caso da soja, estão sendo incorporados genes para o aumento da qualidade nutricional, como o enriquecimento com Ômega 3, para redução da gordura insaturada; soja com baixo teor de ácido linolênico (menos 3%), que produz um óleo mais estável, com melhor perfil de sabor e com menor necessidade de hidrogenação, o que implica na redução da presença de ácidos graxos trans (MONSANTO, 2010?).

Além disso, outras inovações tecnológicas importantes já são rotina em alguns programas de melhoramento genético da soja, como é o caso da utilização de marcadores moleculares para identificar genes responsáveis por determinadas características, auxiliando no seu estudo ou permitindo a utilização da seleção auxiliada por marcadores moleculares. Como exemplos disso citam-se, principalmente, o nematoide-cisto-da-soja (*Heterodera glycines*) e a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachirhyzi*). Com o início das atividades

do Laboratório de Biologia Molecular da FEGT, previsto para o começo de 2011, pretende-se dar ênfase à seleção auxiliada por marcadores moleculares, principalmente à seleção de linhagens mais resistentes aos nematoides (de galhas e de cisto), à ferrugem asiática da soja, à podridão-vermelha-das-raízes (causada por *Fusarium tucumaniae*) e com melhor qualidade das sementes para a alimentação humana, visto que *primers* dos marcadores moleculares disponíveis já foram adquiridos.

Com relação à utilização da soja na alimentação humana, muitos avanços também já foram obtidos, principalmente em termos de diminuição do sabor desagradável, de melhoria da composição do grão e características físicas após o cozimento. Um grande exemplo disso é a cultivar BRSMG 800A (a letra A indica que foi desenvolvida especialmente para alimentação humana), desenvolvida com a parceria Embrapa/EPAMIG/Fundação Triângulo e indicada para cultivo em Minas Gerais, em 2010 (Fig. 2). Essa cultivar apresenta tegumento marrom, sabor agradável e pode ser utilizada sozinha (principalmente na forma de soja tropeira ou salada) ou cozida (Fig. 3) junto com o feijão, aumentando em 30% seu teor de proteína final, se for misturada na proporção de 1:1 (50% de feijão e 50% de BRSMG 800A). Representa um marco na sojicultura brasileira, pois é a primeira soja, que apresenta tegumento marrom, desenvolvida especialmente para ser utilizada na alimentação humana. Outro marco importante foi o desenvolvimento de cultivares de soja sem as enzimas lipoxigenases (cuja ativação acentua o sabor de feijão cru da soja), conseguida pelo programa de melhoramento genético da UFV, a qual registrou no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para cultivo em Minas Gerais, em 2001, quatro cultivares chamadas de triplo-nulas (UFVTN-101, UFVTN-102, UFVTN-103 e UFVTN-104). Além disso, a UFV também desenvolveu linhagens de soja com teor reduzido do inibidor de tripsina



Figura 2 - Lavoura de soja cultivar BRSMG 800A



Figura 3 - Grãos cozidos de soja cultivar BRSMG 800A

Kunitz, o qual é um fator antinutricional (inibidor de proteases que pode provocar alterações no pâncreas), encontrado nos grãos de soja e que é inativado com o calor (pelo cozimento ou torrefação). A 'BRS 155', desenvolvida pela Embrapa Soja, foi a primeira cultivar brasileira a apresentar esta característica, porém, não apresentava adaptação para o estado e Minas Gerais, assim como a cultivar BRS 213, triplo-nula registrada no MAPA, em 2001.

MINAS GERAIS E SEMENTES DE SOJA

O estado de Minas Gerais possui áreas favoráveis para produção de sementes de soja, localizadas nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste. De acordo com a Conab (2010), na safra de 2009/2010, a área de sementes de soja no estado de Minas Gerais foi de 114.367,96 ha, o que representa um aumento de mais de 65% em relação à área cultivada na safra anterior.

Desse total, 86.672,39 ha destinaram-se a cultivares transgênicas, ou seja, 75% da área de sementes do Estado. O crescente interesse pelas cultivares transgênicas fez com que sua área aumentasse em 46.184 ha na última safra, sendo a responsável pelo aumento de área de sementes, já que a de produção de cultivares convencionais continuou relativamente estável, quando comparada com a safra anterior (28.155 ha, em 2008/2009, para 27.696 ha, em 2009/2010).

A cultivar de maior área registrada é BRS Valiosa RR, cultivar transgênica que sozinha responde por 11,5% de toda a área de produção de sementes de soja do Estado.

O decréscimo da área de sementes convencionais deve-se, também, à dificuldade cada vez maior de produzir sementes convencionais isentas de sementes transgênicas. Conforme a Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (Abrasem), conceitua-se a presença de pequenas proporções de sementes geneticamente modificadas em um lote de sementes convencionais como sementes adventícias e trata-se de uma presença não intencional.

Embora a soja seja uma espécie autógama com cleistogamia, ou seja, a autofecundação acontece antes da abertura da flor, a troca de material genético entre plantas no campo ocorre a taxas variáveis de acordo com a distância da fonte de pólen transgênico e com a população de insetos. Embora isso possa levar a contaminações de campos de sementes convencionais, no caso de existir lavouras transgênicas vizinhas, estima-se que a maior parte dos casos de presença adventícia trata-se de contaminações mecânicas. De qualquer forma, essa dificuldade, aliada ao aumento da demanda por sementes de cultivares transgênicas, tem levado algumas empresas a optarem por produzir apenas sementes de soja tolerantes ao glifosato (RR). O Programa de Melhoramento Genético da parceria Embrapa/EPAMIG/Fundação Triângulo, sediado em Uberaba, é um dos poucos no Estado que mantém as pesquisas com desenvolvimento de cultivares convencionais.

SOJA CONVENCIONAL

Havia expectativa em relação à adoção da soja transgênica no Brasil, uma vez que era o único grande *player* do mercado que ainda não havia legitimado o plantio da soja RR, sendo, portanto, o único que o mundo poderia recorrer para aquisição de grãos convencionais. Com a liberação da soja RR pelas leis brasileiras, essa possível exclusividade se desfez e, para alguns analistas, o Brasil perdeu oportunidade no mercado. Considerando que o mundo inteiro tem consumido grãos transgênicos, a decisão na época parece ter sido acertada.

O avanço das lavouras transgênicas de soja frustrou as expectativas iniciais, havendo, ainda, parte minoritária de lavouras convencionais. No caso de Minas Gerais, a área de produção de sementes convencionais é de 25%, conforme levantamento da Conab (2010), para a safra 2009/2010. As dificuldades em obter rastreabilidade e quantidade não detectável de contaminação por grãos transgênicos em grãos de soja convencionais, para atendimento das demandas de mercado internacional, têm elevado o prêmio de comercialização. Criou-se, portanto, um nicho de mercado.

REFERÊNCIAS

ARANTES, N.E.; REZENDE, A.M.; SEDIYAMA, T. **Recomendação de variedades de soja para Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1979. 4p. (EPAMIG. Pesquisando, 31).

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos – soja 2009/2010**, décimo segundo levantamento, setembro de 2010. Brasília, 2010. 44p.

CONNER, T. et al. The challenges and potential for future agronomic traits in soybeans. **AgBioForum**, v.7, n.1/2, p.47-50, 2004.

CTNBIO. Liberação comercial de soja geneticamente modificada resistente a insetos e tolerante ao herbicida, soja MON87701x-MON89788 – processo nº 01200.001864/2009-00. **Parcerias Técnicas nº 2542/2010**. Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1411.doc>. Acesso em: 2010.

_____. Liberação comercial de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosinato de amônio – soja Liberty Link (soja

LL) – processo nº 01200.003881/2008-92. **Parcerias Técnicas nº 2273/2010**. Brasília, 2010b. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1314.doc>. Acesso em: 2010.

EMBRAPA. **Embrapa e Jircas anunciaram planta de soja mais tolerante à seca**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2006/junho/noticia.2006-06-14.3599445977>>. Acesso: 21 out 2010.

_____. **Soja Cultivance® recebe aprovação para cultivo comercial no Brasil**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2010/fevereiro/1a-semana/soja-cultivanceae-dabaf-e-da-embrapa-recebe-aprovacao-para-cultivo-comercial-no-brasil>>. Acesso em: 21 out. 2010.

IBGE. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2009.

MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A. Melhoramento da soja no Estado de São Paulo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil Central**. 2.ed. rev. e ampl. Campinas, 1982. p.77-112.

MONSANTO. **Produtos do futuro**. [S.l., 2010?] Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/produtos-do-futuro/produtos-do-futuro.asp>>. Acesso em: 23 out. 2010.

NEPOMUCENO, A.L. **Transgênicos: próximas ondas**. Londrina: Embrapa Soja, [2010]. 2p. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/proxonda.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2010.

NUFFIELD COUNCIL ON BIOETHICS. **The use of genetically modified crops in developing countries**. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.nuffieldbioethics.org/gm-crops-developing-countries>>. Acesso em: 18 nov. 2010.

SEDIYAMA, T. Melhoramento de cultivares de soja no estado de Minas Gerais. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil Central**. 2.ed. rev. ampl. Campinas, 1982. p.334-340.

TAVERNIERS, I. et al. Gene stacking in transgenic plants: towards compliance between definitions, terminology, and detection within the EU regulatory framework. **Environmental Biosafety Research**, v. 7, n.4, p.197-218, Oct. 2008.

Cultura do milho no Cerrado

José Mauro Valente Paes¹
Fábio Aurélio Dias Martins²
Marcus Rodrigues Teixeira³

Resumo - A cultura do milho ocupa lugar de destaque na agricultura de Minas Gerais, não só pelo acúmulo de conhecimento científico, mas também pelo seu valor econômico e imenso potencial que apresenta para novos avanços em produtividade. O milho é o principal grão cultivado em Minas e a cultura está presente em 841 municípios. A produção foi beneficiada no ano de 2010 pelo clima favorável, com boa distribuição de chuvas. A forte demanda desde o ano de 2009, com bons preços pagos ao produtor, também influenciou os investimentos significativos nos tratamentos culturais, colaborando para a safra recorde. No estado de Minas Gerais, a cultura do milho tem apresentado alta expansão, tornando-se importante fonte de divisa. Esta expansão deve-se ao crescimento da área cultivada e, principalmente, ao respaldo dado pela pesquisa, em especial no que se refere ao melhoramento genético, controle fitossanitário, manejo de solo e densidade de plantio. A escolha adequada da cultivar é fator de incremento na produtividade, sem onerar o custo de produção. Além disso, o ciclo tem sido fator relevante na escolha. Genótipos de ciclo mais curto aumentam as possibilidades de uma segunda colheita dentro do mesmo ano agrícola e são mais adaptados para semeaduras tardias.

Palavras-chave: *Zea mays*. Manejo. Rotação de cultura. Plantio direto. ILP. Praga. Doença. Planta daninha. Colheita.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais grãos utilizados no mundo. Sua cultura, mediante seleção orientada de genótipos, bem como aprimoramento de métodos adequados de manejo, vem sendo cultivada nas regiões mais diversas. Tais regiões compreendem-se entre os paralelos 58° Norte (Canadá e Rússia) e 40° Sul (Argentina), e estão distribuídas nas mais diversas altitudes, desde abaixo do nível do mar (região do mar Cáspio), até regiões com 2.500 m de altitude (região dos Andes Peruano). Independentemente da tecnologia aplicada, o período e as condições climáticas em que a cultura é submetida constituem preponderantes

fatores de produção (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As principais utilizações do milho no mundo são para as atividades de criação de aves e suínos. Existem previsões de que a demanda mundial de carnes continue crescendo e estimativas apontam um consumo superior a 110 milhões de toneladas de carne suína e quase 70 milhões de toneladas de carne de frango, até o ano 2015.

De acordo com a United States Department of Agriculture (USDA, 2009), a safra 2009/2010 produziu 810.291 milhões de toneladas. Segundo a Conab (2010), a produção nacional de milho da primeira safra 2009/2010 foi de 34.196,8 milhões de

toneladas, 1,6% maior do que foi colhido na safra 2008/2009. O aumento foi em decorrência da maior produtividade conseguida no Centro-Sul, principalmente no Paraná e Rio Grande do Sul, que tiveram frustração com a safra anterior, por conta das condições climáticas adversas, principalmente pela má distribuição das chuvas e ocorrência de períodos de estiagem na fase crítica do desenvolvimento da cultura. Esta produtividade ficou em 4.417 kg/ha, 21,7% maior que a safra 2008/2009.

A cultura do milho ocupa lugar de destaque na agricultura de Minas Gerais, não só pelo acúmulo de conhecimento científico, mas também pelo seu valor econômico

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: jpaes@epamig.br

²Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: fabio.aurelio@epamig.br

³Eng^o Agr^o, Fundação Triângulo, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: marcus@fundacaotriangulo.com.br

e imenso potencial que apresenta para novos avanços em produtividade.

O milho é o principal grão cultivado em Minas e a cultura está presente em 841 municípios. A produção foi beneficiada no ano de 2010 pelo clima favorável, com boa distribuição das chuvas. A forte demanda, desde o ano de 2009, com bons preços pagos ao produtor, também influenciou os investimentos significativos nos tratos culturais, colaborando para a safra recorde.

O ambiente onde uma cultura está inserida é um complexo difícil de ser conhecido, pelo seu dinamismo e variações constantes. Porém, seu importante papel no crescimento, no desenvolvimento e na produção dos grãos de milho não permite que seja desprezado, quando se quer maximizar a produção. Como em todas as culturas, o rendimento dos grãos de milho está intimamente ligado a fatores do meio.

A escolha adequada da cultivar é fator de incremento na produtividade, sem onerar o custo de produção. Além disso, o ciclo, tem sido fator relevante na escolha. Genótipos de ciclo mais curto aumentam as possibilidades de o produtor obter uma segunda colheita dentro do mesmo ano agrícola e são mais adaptados para semeaduras tardias.

A produtividade do milho depende do número de grãos potencialmente capazes de se desenvolverem e o enchimento destes grãos dependerá dos fatores ambientais. A intensidade com que a cultura do milho expressa seu potencial genético é determinada por sua interação com o regime de radiação solar, da temperatura, do déficit de pressão de vapor, da velocidade do vento e das características físico-hídricas do solo.

Aparentemente, não existe um limite máximo de temperatura para a produção do milho, no entanto, a produtividade tende a diminuir com o aumento dessa temperatura. As exigências térmicas do milho, da emergência à maturação fisiológica, associadas ao conhecimento da fenologia da cultura, indicam as épocas adequadas para

os seguintes procedimentos de cultivo:

- momento correto do plantio, evitando as consequências dos veranicos;
- utilização de insumos, de fertilizantes, de inseticidas, de fungicidas e de herbicidas;
- colheita dos grãos ou o corte da silagem.

No estado de Minas Gerais, a cultura do milho tem apresentado alta expansão, tornando-se importante fonte de divisa. Essa expansão deve-se ao crescimento da área cultivada e, principalmente, ao respaldo dado pela pesquisa, no que se refere a melhoramento genético, controle fitossanitário, manejo de solo e densidade de plantio. E dentre os diversos fatores que afetam a produção agrícola, os elementos meteorológicos destacam-se entre aqueles que podem apresentar variações mais bruscas de ano para ano. Essas variações são fontes geradoras de oscilações na produção agrícola, causando expectativa sobre a produção final de grãos nos setores produtivo, de transporte, de comercialização e de armazenamento.

Quando há interesse em conhecer qual o comportamento de uma cultura em relação ao clima, procura-se determinar quais as funções biológicas responsáveis pelo seu crescimento e desenvolvimento mais diretamente ligadas com os diferentes elementos meteorológicos. Especificamente, com o objetivo de determinar a influência dos elementos meteorológicos na produção de grãos, torna-se necessário associar estudos agroclimáticos com observações fenológicas.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A cultura do milho tem a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais, que, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar o solo. Dessa forma, sua inclusão em um esquema de rotação é fundamental. A sustentabilidade de um sistema de produção não está apoiada apenas na conservação e preservação ambiental, mas também nos aspectos econômicos e comerciais.

A rotação que envolve as culturas da soja e do milho merece especial atenção, pelas extensas áreas que essas duas culturas ocupam e pelo efeito benéfico em ambas as culturas (Quadro 1). Nessa rotação, como se observa no Quadro 1, o milho plantado após a soja produziu cerca de 9% a mais e a soja plantada após o milho produziu entre 5% e 15% a mais, quando comparados com os plantios contínuos.

Existem experimentos que demonstram os efeitos benéficos do milho estendendo-se até o segundo ano da soja plantada após a rotação (Quadro 2). Neste exemplo, a soja produziu 20,3% a mais no primeiro ano após o milho e 10,5%, no segundo. Essa diferença foi atribuída, além da menor incidência de pragas e doenças, à maior quantidade de nutrientes deixados pela palha do milho, principalmente o potássio (K), do qual a soja é exigente. Na escolha de uma rotação de culturas, deve-se dar especial atenção às exigências nutricionais das espécies escolhidas e à sua capacidade de extrair nutrientes do solo, no que a soja e o milho se complementam satisfatoriamente.

QUADRO 1 - Efeito da rotação soja - milho sobre o rendimento

Rotação	Rendimento (kg/ha)	
	Safra	Safrinha
Milho após milho	9.680 (100%)	6.160 (100%)
Milho após soja	10.520 (109%)	6.732 (109%)
	1 ^o Ano	2 ^o Ano
Soja após soja	3.258 (100%)	2.183 (100%)
Soja após milho	3.425 (105%)	2.517 (115%)

FONTE: Dados básicos: Cruz (1982) e Muzilli (1981) (apud DERPSCH, 1986).

QUADRO 2 - Rendimento de grãos de soja, em kg/ha, no primeiro e segundo anos após milho, comparado ao rendimento da soja sem rotação, conduzidos em Sistema de Plantio Direto (SPD)

Tratamento	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992	1992/1993	1993/1994	Média
	kg/ha							
1º ano após milho	1.838	3.366	3.980	1.883	4.456	4.691	2.746	3.280
2º ano após milho	1.499	3.234	3.730	1.716	4.340	3.979	2.589	3.012
Sem milho	1.440	3.180	3.724	1.136	3.663	3.565	2.378	2.727

FONTE: Dados básicos: Ruedell (1995).

SISTEMA PLANTIO DIRETO

O emprego de métodos inadequados de mecanização intensiva, como aração e uso de grades pesadas, tem destruído o solo, deixando-o exposto à intensa atividade erosiva, de caráter hídrico, eólico, solar, dentre outras formas de erosão. Técnicas eficientes de redução dessas erosões, como o Sistema Plantio Direto (SPD) na palha, uma evolução no relacionamento com o solo, estimulam cada vez mais agricultores, mas ainda são relativamente pouco usadas.

No SPD e com rotação de culturas é necessário manejar a época de plantio e as densidades das plantas. O consumo total de água pelas plantas de milho varia muito com o nível de manejo e com a disponibilidade de água no solo. A quantidade de água utilizada pela planta do milho pode ser estimada, utilizando-se de dados climáticos. No cenário agropecuário nacional, o SPD tem sido uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais na utilização dos solos (OLIVEIRA et al., 2002).

Em termos de modernização da agricultura brasileira, a utilização do SPD é uma realidade inquestionável e a participação da cultura do milho, por sua versatilidade, adapta-se a diferentes sistemas de produção. Em virtude da grande produção de fitomassa de alta relação carbono/nitrogênio (C/N), a cultura é fundamental em programas de rotação em SPD. A sustentabilidade de um sistema de produção não está apoiada apenas na conservação e preservação ambiental, mas também nos aspectos econômicos e comerciais.

Com a opção do plantio direto, os produtores rurais passaram a se preocupar com a manutenção da cobertura do solo, a rotação de culturas e a recuperação das áreas, principalmente aquelas antes com pastagens degradadas, onde o milho surge como uma opção viável. Todas essas alterações no sistema produtivo contribuem para altos rendimentos obtidos em cultivos racionais da terra, sem degradá-la.

O plantio direto constitui um dos mais eficientes sistemas de prevenção e controle das erosões: hídrica, eólica e solar, o que seria suficiente para justificar a sua adoção. Além dessa importante vantagem, proporciona:

- maior conservação de umidade no solo;
- melhor aproveitamento da água disponível pelas plantas;
- menor amplitude térmica no solo, favorecendo a fisiologia e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas;
- maior tolerância a períodos de estímulos (veranicos).

Na implantação e na condução de um sistema eficiente de plantio direto, é indispensável que o esquema de rotação de culturas promova, na superfície do solo, a manutenção permanente de uma quantidade mínima de palhada, que nunca deverá ser inferior a 2,0 t/ha de matéria seca (MS). Como segurança, recomenda-se que sejam adotados sistemas de rotação que produzam, em média, 6,0 t/ha/ano ou mais de MS. Neste caso, a soja contribui com muito pouco, raramente ultrapassando 2,5 t/ha de

MS (RUEDELL, 1998). Por outro lado, a cultura do milho, de ampla adaptação a diferentes condições, tem ainda a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais, que, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar as condições físico-químicas do solo (FIORIN; CAMPOS, 1998).

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) é a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, em sua maior parte, favorecendo o aumento na oferta de grãos, fibras, lã, carne, leite e agroenergia, a custos mais baixos, pelo sinergismo criado entre a lavoura e a pastagem.

Sistemas de ILP, compostos por tecnologias sustentáveis e competitivas, foram e ainda estão sendo desenvolvidos e/ou ajustados às diferentes condições edafoclimáticas encontradas no País. Isso tem possibilitado maior sustentabilidade do empreendimento agrícola, com redução de custos, distribuição de renda e redução do êxodo rural, em decorrência da maior oferta de empregos no campo.

A cultura do milho (*Zea mays*) destaca-se no contexto da ILP, pelas inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola. Seja na alimentação

animal na forma de grãos, de forragem verde ou conservada (rolão, silagem), seja na alimentação humana ou mesmo na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente. Para que o Sistema seja implantado, este deve ser precedido de vários cuidados referentes ao diagnóstico da gleba, escolha da cultivar de milho e da forrageira, dentre outros.

Uma vez conhecido o comportamento climático e o balanço hídrico da região, a ecofisiologia da cultura do milho e as necessidades calóricas do genótipo a ser utilizado, pode-se determinar a melhor época para o seu plantio.

Densidades de plantas acima e abaixo de um ótimo têm efeito negativo na eficiência com que a cultura converte radiação interceptada em MS de grãos. E o aumento no rendimento de grãos resultantes de menores espaçamentos é por causa do maior aproveitamento da radiação solar.

De acordo com Sangoi et al. (2006) e Flesch e Vieira (2004), os híbridos modernos de milho são mais resistentes ao estresse a altas populações. Uma tendência tem sido diminuir a distância entrelinhas e aumentar a população de plantas. A população de plantas próxima de 74 mil/hectare proporciona maior produção para materiais de ciclos precoces e normais (FLESCHE; VIEIRA, 2004).

MANEJO DA FERTILIDADE DE SOLO

A cultura do milho tem apresentado evolução crescente em termos de produtividade, nos últimos anos. Além de variedades/cultivares com maior potencial produtivo, têm-se verificado aumentos significativos no uso de fertilizantes, bem como na adoção de práticas de manejo que aumentam a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes, sobretudo os nitrogenados e potássicos. Práticas como antecipação de nitrogênio (N) e aumento na dose inicial, de arranque têm proporcionado altos rendimentos da cultura. Com a opção do plantio direto, produtores rurais passaram a se preocupar com a construção da fertilidade do

solo, por meio da manutenção da cobertura, rotação de culturas e recuperação das áreas, principalmente aquelas antes com pastagens degradadas, onde o milho surge como uma opção viável. Todas estas alterações no sistema produtivo contribuem para altos rendimentos obtidos em cultivos racionais da terra sem degradá-la. Também, o uso correto de fertilizantes, além de proporcionar rendimentos mais elevados, tanto pelo incremento na produtividade, quanto pela redução dos custos de produção, contribui para a não contaminação do solo, dos cursos d'água e do lençol freático.

DOENÇA

Nos últimos anos tem-se presenciado aumento da incidência de doenças na cultura do milho, o que resulta em queda da produtividade e da qualidade dos grãos. As causas do aumento da incidência dessas doenças são a monocultura do milho, as alterações climáticas e o manejo cultural adotado, fazendo com que os patógenos (fungos, bactérias, nematoides, vírus, mollicutes) permaneçam por mais tempo na área de cultivo. O manejo de doenças do milho exige o empenho do produtor, que resultará numa maior ou menor eficiência do controle. Estão disponíveis no mercado, híbridos que apresentam diferentes graus de resistência para diferentes doenças, mas não para todas estas. Para algumas doenças foliares causadas por fungos, há trabalhos comprovando a viabilidade e a eficiência do controle químico.

PRAGA

Com a chegada da globalização, pode-se esperar profunda mudança no que se refere ao controle de pragas. Para que haja competitividade será necessário aumentar a produção agrícola brasileira, sem onerar os custos de produção. O controle de pragas, há muitos anos dependente do uso de produtos químicos, os quais não encontravam resistência por parte da sociedade, nesse milênio deve sofrer modificações significativas. Atualmente, a preocupação com os efeitos adversos dos produtos químicos é

muito maior. Do ponto de vista da opinião pública, a palavra de ordem é qualidade de vida. No passado, havia grande diversificação em relação ao número de empresas produtoras de defensivos. Atualmente, esse número reduziu bastante, surgiram grandes conglomerados industriais que dominam a produção de defensivos e sementes, aliando as conquistas na tecnologia da química fina, aos recentes avanços da biotecnologia. Muitas dessas empresas, que têm investido na área de biotecnologia, já dispõem de plantas transgênicas. Apesar das inúmeras controvérsias sobre o uso dessa nova tecnologia, pode-se esperar grande avanço e até mesmo modificações nos atuais modelos de Manejo Integrado de Pragas (MIP) empregados. É de se esperar aumento nas pesquisas com controle alternativo, especialmente com inimigos naturais, que deverão ser parte importante nos Sistemas de Manejo de Pragas no futuro.

PLANTA DANINHA

As plantas daninhas constituem um grande problema para a cultura do milho. Prejudicam a cultura, porque competem com esta por luz solar, água e nutrientes. A depender do nível de infestação e da espécie, dificultam a operação de colheita e comprometem a qualidade do grão. O controle de plantas daninhas no SPD, que já foi causa de desistência de produtores em continuarem com este sistema, possui, hoje, enfoque notadamente diferenciado, em termos práticos, por existirem ferramentas à disposição dos técnicos e dos produtores, para melhor gerenciamento desta questão.

O manejo de plantas daninhas envolve vários métodos de controle, que devem ser utilizados de acordo com fatores ligados à cultura (espécie, cultivar, espaçamento, densidade e profundidade de plantio), à comunidade infestante (espécie, densidade e distribuição), ao ambiente (solo, clima e tratamentos culturais) e ao período de controle ou convivência. Com a utilização do manejo integrado de plantas daninhas, é possível minimizar a utilização de herbicidas com redução de doses, e, ainda, sua exclusão do

SPD na palha. Dessa forma, os impactos negativos causados pelo uso dos herbicidas no meio físico, biótico e antrópico serão reduzidos.

COLHEITA

O ponto de maturidade fisiológica caracteriza o momento ideal para a colheita ou o ponto de máxima produção, com 30%-38% de umidade, podendo variar entre híbridos. No entanto, o grão não está ainda em condições de ser colhido e armazenado com segurança, uma vez que deveria estar com 13% a 15% de umidade. Com cerca de 20% a 25% de umidade, a colheita já pode acontecer, desde que o produto colhido seja submetido a uma secagem artificial antes de ser armazenado.

A qualidade dos grãos produzidos pode ser avaliada pela porcentagem de grãos ardidos, que interferem notadamente na destinação do milho em qualquer segmento da cadeia de consumo. A ocorrência de grãos ardidos está diretamente relacionada com o híbrido de milho, principalmente no que se refere à capacidade de empalhamento de suas espigas. Ainda, de forma indireta, a presença de pragas, adubações desequilibradas, período chuvoso intenso no final do ciclo, atraso na colheita e incidência de algumas doenças podem influir no incremento do número de grãos ardidos (RITCHIE; HANWAY, 1989; MAGALHÃES et al., 1994).

PRODUÇÃO E MERCADO DE SEMENTES DE MILHO

As cultivares de milho distinguem-se em dois tipos: os híbridos e as variedades de polinização aberta.

Os híbridos têm diferentes bases genéticas (origens parentais), que podem ser assim discriminadas:

- a) intervarietal: cruzamentos entre parentais, que são duas variedades de polinização aberta;
- b) simples: cruzamento entre parentais que são duas linhagens;

- c) duplo: cruzamento entre parentais que são ambos híbridos simples;
- d) triplo: cruzamento entre um parental que é híbrido simples e outro que é uma linhagem.

Em geral os milhos híbridos são empregados por produtores que têm expectativas por altas produtividades, para as quais será usada alta tecnologia, justificando, dessa forma, investimentos mais altos na aquisição de sementes. A melhor resposta à produtividade das cultivares híbridas advém do vigor híbrido, resultante da maior heterose oriunda do cruzamento, em tese, quanto maior a heterose, maior o vigor híbrido. Assim, híbridos simples tendem a ser mais produtivos que os triplos, duplos e intervarietais, nesta ordem.

As variedades, por outro lado, são populações melhoradas e, dessa forma, apresentam grande rusticidade e adaptabilidade aos mais diversos ambientes. Entretanto, estão caindo no desuso, por seu menor potencial produtivo. A possibilidade de o produtor salvar sementes desestimula a iniciativa privada a investir na obtenção de variedades, cabendo esta tarefa aos órgãos públicos de pesquisa. O que não ocorre no caso das cultivares híbridas, que, por causa da alogamia da espécie, estão naturalmente protegidas, uma vez que as sementes obtidas do cultivo dos híbridos não apresentaram características iguais às do material plantado. A utilização de variedades atualmente está restrita ao mercado da agricultura familiar, principalmente em regiões agrícolas de menor potencial econômico.

Conforme Farina et al. (1998), o mercado de sementes de milho pode ser dividido em quatro segmentos com relação à tecnologia:

- a) de altíssima tecnologia, incluindo os híbridos simples de elevada produtividade e alguns triplos de alta produtividade;
- b) de alta tecnologia (mas inferior ao do primeiro segmento), cujos pro-

dutores são os híbridos triplos, com produtividade inferior ao simples, e duplos de alta produtividade;

- c) de tecnologia média, que engloba produtores com poucos recursos e dificuldade de acesso a inovações;
- d) de baixa tecnologia, cujos produtores possuem pouco controle sobre seus fatores de produção e utilizam apenas variedades.

Esta situação, dentre outras diversas e bem mais complexas, incentivou grandes corporações multinacionais a investirem em biotecnologia e em aquisição de bancos de germoplasma de milho, visando ter alicerçadas condições fundamentais para a obtenção de cultivares geneticamente modificadas de milho. Atualmente, estão liberadas, para comercialização no Brasil, cultivares com eventos transgênicos de resistência a herbicidas e de tolerância a insetos, com perspectivas futuras de oferta de sementes com mais de um mecanismo que atue simultaneamente, além de eventos de resistência ao estresse hídrico, dentre outros.

Segundo Londres (2002), os transgênicos resistentes a herbicidas cultivados no mundo representam 74% do total. Outros 19% são dos cultivos com propriedades inseticidas e os 7% restantes são combinação destas duas características. Das espécies nas quais se verifica maior penetração dos produtos resultantes das tecnologias transgênicas, o milho é a que apresenta a menor taxa de adoção, mesmo em países onde este cereal é plantado principalmente para fins comerciais, como nos Estados Unidos (52% da área) (USDA, 2005) e na Argentina (55% da área) (JAMES, 2004).

O segmento das cultivares com alto potencial produtivo representou, aproximadamente, 43% das sementes de milho vendidas no Brasil, na safra de 2004/2005⁴. Considerando que as sementes comerciais ocupam cerca de 77% da área plantada com milho no Brasil, sementes de alto potencial de produtividade são utilizadas

⁴Informações obtidas da Associação Paulista de Produtores de Sementes (APPS), em 28 de outubro de 2010.

em cerca de 33% da área semeada com este cereal. Este pode ser um indicativo da área potencial, para a introdução dos transgênicos nas lavouras de milho no Brasil. Tal valor ainda pode sofrer alguns ajustes para baixo, considerando as áreas onde as condições ambientais não são adequadas e o desenvolvimento dos insetos-praga constitua um problema econômico (GARCIA; DUARTE, 2006).

Existe grande potencial para que os números que virão a ser apresentados no futuro demonstrem a consolidação da utilização de cultivares de milho geneticamente modificadas no Brasil.

REFERÊNCIAS

- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos – safra 2009/2010, décimo primeiro levantamento, agosto 2010. Brasília, 2010. 44p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/8218897d1eb5849906fc53856bddc894..pdf>>. Acesso em: 19 out. 2010.
- DERPSCH, R. **Rotação de culturas:** plantio direto e convencional. São Paulo: Ciba-Geigy, 1986. Não paginado.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: _____; _____. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. p.21-54.
- FARINA, E. et al. **Competitividade do sistema agroindustrial de milho.** Campinas: USP, 1998. 141p.
- FIORIN, J.E.; CAMPOS, B.C. Rotação de culturas. In: CAMPOS, B.H.C. (Coord.) **A cultura do milho no plantio direto.** Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1998. cap.2, p.7-14.
- FLESCH, R.D.; VIEIRA, L.C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.25-31, jan./fev. 2004.
- GARCIA, J.C.; DUARTE, J. de O. Perspectiva do uso de sementes transgênicas na produção de milho no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento. Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.
- JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM crops:** 2004. Ithaca: ISAAA, 2004. 12p. (ISAAA Brief, 32). Disponível em: <[http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/ESummary/Executive%20Summary%20\(English\).pdf](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/ESummary/Executive%20Summary%20(English).pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2010.
- LONDRES, F. Com bom senso e sem transgênicos. **Caros Amigos**, São Paulo, dez. 2002.
- MAGALHÃES, P.C. et al. Caracterização morfológica das plantas de milho de diferentes ciclos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Resumos...** Centro-Oeste: cinturão do milho e do sorgo no Brasil. Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.190.
- OLIVEIRA, F.H.T. et al. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2. p.393-486.
- RITCHIE, S.; HANWAY, J.J. **How a corn plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1989. (Iowa State University of Science and Technology. Special Report, 48).
- RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M. T. B. da (Coord.). **A soja em rotação de culturas no plantio direto.** Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1998. cap. 1, p.1-34.
- _____. **Plantio direto na região de Cruz Alta.** Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995.134p.
- SANGOI, L. et al. Resposta de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas à população de plantas e ao despendoamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1367-1373, set./out. 2006.
- USDA. Economic Research Service. **Adoption of genetically engineered crops in the U.S.** Washington, 2005. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops/>>. Acesso em: 21 nov. 2010.
- _____. Foreign Agricultural Service. **World corn production, consumption and stocks - 2009/10.** Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=459&hidReportRetrievalTemplateID=7>>. Acesso em: 19 out. 2010.

Mudas de frutíferas



morango



laranja



limão



manga



EPAMIG
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Informações e aquisição:

Unidade Regional EPAMIG
Norte de Minas
Rodovia MGT 122, Km 155
Caixa Postal 12 - CEP 39525-000
Nova Porteirinha - MG
Telefax: (38) 3834-1760
ctnm@nortecnet.com.br
ctnm@epamig.br

Tecnologias para a cultura do arroz no Cerrado mineiro

Vanda Maria de Oliveira Cornélio¹

Moisés de Sousa Reis²

Antônio Alves Soares³

Fábio Aurélio Dias Martins⁴

Aurinelza Batista Teixeira Condé⁵

Plínio César Soares⁶

Resumo - Na década de 1980, o arroz de terras altas chegou a representar 61% da área plantada e a responder por 50% do consumo em Minas Gerais, mas, na safra 2009/2010, o Estado produziu apenas 115.600 t para um consumo de, aproximadamente, 1,3 milhão de toneladas. Com os avanços tecnológicos atuais na orizicultura de terras altas, principalmente o cultivo sob irrigação por aspersão, espera-se um novo impulso à produção de arroz em Minas Gerais, podendo o Estado voltar a ser autossuficiente neste cereal. O cultivo do arroz de terras altas sempre foi dependente da quantidade e distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura, sendo considerada uma cultura de risco e com grandes oscilações na produção, o que pode ser mudado com a utilização da irrigação. Há um dilema a ser solucionado, quando o cultivo do arroz se encaixa no processo de rotação como uma cultura secundária; é óbvio que o produtor busca lucro com a atividade, mas acima disso quer dar sustentabilidade a seu sistema de produção. Ao utilizar uma cultura com diferente exploração do solo e alvo de doenças diferentes daquelas da cultura principal, estará promovendo verdadeira desinfecção da área. No entanto, se o arroz é a cultura principal na exploração da área irrigada, há de ter o cuidado para obtenção de altas produtividades, com máximo rendimento da cultura, e aí entra a necessidade de um controle criterioso da sanidade da lavoura e uso de cultivares indicadas para essa condição de cultivo.

Palavras-chave: Arroz sequeiro. Cultivar. Prática cultural. Irrigação. Praga. Doença.

INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo de arroz em condições de sequeiro tradicional cumpriu o seu papel no estado de Minas Gerais até meados da década de 1990, quando foi prioritariamente utilizado na abertura

de Cerrados, facilitando a expansão da fronteira agrícola, e por pequenos produtores rurais, como alimento básico de subsistência. A agricultura mudou muito no Brasil na última década e não há mais espaço para o tipo de exploração praticado

anteriormente. Apesar da grande redução da área de plantio de arroz no Estado, sobretudo o de terras altas, nos últimos anos, em detrimento da cultura da soja e do milho, ainda continua sendo importante, com uma área colhida, na safra 2009/2010,

¹Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: vanda.cornelio@epamig.ufla.br

²Eng^a Agr^a, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moizes@epamig.ufla.br

³Eng^a Agr^a, Dr., Prof. Associado 2 UFLA - Depto. Agricultura, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoaes@ufla.br

⁴Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: fabio.aurelio@epamig.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: aurinelza@epamig.br

⁶Eng^a Agr^a, D.Sc., Diretor Operações Técnicas EPAMIG, CEP 31170-495 Belo Horizonte-MG. Correio eletrônico: plinio@epamig.ufv.br

de 53.300 ha e uma produção de 115.600 t (CONAB, 2010).

Na década de 1980, o arroz de terras altas chegou a representar 61% da área plantada e a responder por 50% da produção mineira (MINAS GERAIS, 1995). A baixa produtividade do arroz de terras altas, em Minas Gerais, em torno de 1.700 kg/ha, associada ao alto risco de cultivo (deficiência hídrica), aos preços baixos do produto e à concorrência do arroz irrigado do Sul do País, cujos grãos são de melhor qualidade culinária, contribuiu para a drástica redução na área de plantio e produção de grãos. Dessa forma, o Estado que era autossuficiente neste cereal, tornou-se um grande importador de outros Estados, principalmente do Rio Grande do Sul, não produzindo hoje mais que 10% do que consome. Na safra de 2010, produziu 115.600 t para um consumo de, aproximadamente, 1,3 milhão de toneladas.

POTENCIAL DE CULTIVO COM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR POR ASPERSÃO

Com os avanços tecnológicos atuais na orizicultura de terras altas, principalmente o cultivo sob irrigação por aspersão, espera-se um novo impulso à produção de arroz, em Minas Gerais, com possibilidade de reversão de tendência de declínio desta importante cultura, podendo o Estado voltar a ser autossuficiente neste cereal.

Recentemente, o cultivo de arroz de terras altas vem sendo conduzido em áreas submetidas à irrigação por aspersão, seja por meio de pivô central ou de sistema de irrigação convencional. O arroz, neste sistema, entra como uma ótima opção para o agricultor, seja como cultivo principal, seja como rotação de culturas. O estado de Minas Gerais destaca-se pelo grande número de pivôs centrais, os quais ocupam uma área em torno de 200 mil hectares. Estes dados demonstram o grande potencial para o cultivo de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Contudo, faltam informações nessa área ou melhor divulgação dos resultados de pesquisa, para a expansão da cultura neste sistema.

O melhoramento genético convencional atua na busca por plantas de cultivo mais precoce, favorecendo o posicionamento em sucessão a leguminosas como soja e feijão. Visa obter plantas/cultivares que tenham porte moderno, que respondam a altas tecnologias e permitam estandes, onde o espaçamento entrelinhas seja compatível com o uso de plantadeiras e colheitadeiras convencionais, utilizadas no cultivo de soja e milho (Fig. 1). Além do mais, há uma constante busca de resistência às doenças e consequentes ganhos de produtividade, almejando sempre os potenciais alcançados no cultivo do arroz por inundação, com ótima qualidade industrial e culinária.

O melhoramento assistido por técnicas de biologia molecular vai mais além. Visa eventos transgênicos que resultem em tolerância a moléculas herbicidas, tolerância ao ataque de pragas, resistência ao estresse hídrico, dentre outras diversas possibilidades.

O conhecimento cada vez mais vasto das condições de cultivo e o quanto estas condições afetam na fisiologia da planta levam à necessidade de estudos que apontem técnicas que possibilitem a elevação de produtividade e, consequentemente,

tornem a cultura mais competitiva. São exemplos:

- a) a utilização de fertilizantes e defensivos com fontes especiais, novas possibilidades de forma e de época de aplicação;
- b) o arranjo espacial das plantas, atendendo a diferentes modos de cultivo;
- c) a utilização de bactérias associativas no intuito de fixação de nitrogênio (N).

Em suma, a cultura do arroz de terras altas tem ainda grande potencial a ser explorado e será ainda muito útil à agricultura praticada no Cerrado mineiro.

O sistema de irrigação por aspersão consiste em fornecer água em forma de chuva. Para tanto, são necessários equipamentos especiais, denominados convencional, autopropelido e pivô central. Considerando o elevado preço desses equipamentos, somado ao alto custo de operação e consumo de energia (elétrica ou combustível), a irrigação do arroz de sequeiro por aspersão só deve ser usada, na maioria dos casos, de forma suplementar, quando ocorrem longos períodos de estiagem (veranicos).



Figura 1 - Colheita mecanizada

Hoje, a irrigação por aspersão é utilizada por produtores que já dispõem de toda a infraestrutura de irrigação, e o arroz participa como uma exploração alternativa em rotação de cultura. Na prática, a irrigação por aspersão tem sido mais utilizada em arroz para campos de produção de sementes, onde o retorno é maior. Logo, isso precisa ser mudado, ou seja, os produtores precisam implementar mais o cultivo do arroz de terras altas no sistema irrigado por aspersão, com grandes possibilidades de elevarem suas rendas.

A irrigação por aspersão para a cultura do arroz é relativamente recente no País e os parâmetros necessários para um manejo adequado não estão bem determinados. Existem trabalhos estabelecendo a frequência de irrigação, com base no consumo de uma determinada fração da água disponível (AD) no solo.

Del Gúdice (1974) recomenda que o arroz deve ser irrigado, quando forem consumidos 40% a 60% da AD na camada de solo de 0 a 10 cm, ou 40% da AD na camada de 0 a 20 cm.

Coelho et al. (1977) constatou maior produtividade do arroz, quando foram consumidos 30% da AD.

Contudo, a tensão de água no solo varia de acordo com suas características. Por isso, o uso da AD não é aplicado para todas as situações. O mais correto é usar métodos com base na tensão de água no solo que, por sua vez, são mais complexos. Experimentos conduzidos em Goiás pela Embrapa Arroz e Feijão indicaram que a tensão de água no solo a 15 cm de profundidade não deve ultrapassar a 0,025 MPa (STONE; MOREIRA; SILVA, 1986). Manzan (1984) realizou vários estudos em Uberaba, seus resultados indicaram, naquela região, uma lâmina diária de 5 a 6 mm, com turno de rega de, aproximadamente, cinco dias.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA O ARROZ DE TERRAS ALTAS

O arroz de terras altas, anteriormente denominado arroz de sequeiro, sempre foi

um sistema de plantio muito utilizado em Minas Gerais, pelos pequenos e grandes agricultores, e responsável por boa parte da alimentação da população, sobretudo, a do meio rural. O cultivo do arroz de terras altas é dependente da quantidade e da distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura, por isso, sempre foi considerado cultura de risco e com grandes oscilações na produção. Em virtude do alto risco, os produtores têm utilizado baixa tecnologia, pequena quantidade de fertilizantes, o que agrava ainda mais os riscos da lavoura. Hoje, há novas tecnologias que podem atenuar esses riscos, com destaque para o preparo profundo do solo, o tratamento de sementes com inseticidas, o controle químico da brusone e a adoção de novas cultivares. Apesar da drástica redução da área de plantio de arroz de terras altas no Estado, é possível revitalizar essa cultura, desde que se faça um trabalho contínuo de difusão de tecnologia mais moderna e adequada às diferentes situações de cada região.

Calagem

Uma questão que sempre se levanta é se a cultura do arroz de sequeiro necessita de calagem. A resposta que mais se ouve é que a questão é controvertida, ou seja, alguns trabalhos indicam que o arroz responde bem à calagem e outros não. O fato é que a planta do arroz é altamente tolerante à acidez e praticamente dispensa este tipo de correção. A planta tem até preferência por solos mais ácidos, onde há maior disponibilidade de N-amoniaco.

Como a rotação de culturas é uma prática desejável e favorável ao agroecossistema, recomenda-se realizar a correção da acidez, atendendo às necessidades das culturas em rotação, de acordo com a análise de solo.

Assim, considerando que a cultura do arroz será importante na quebra do ciclo de cultivo, principalmente de leguminosas, é ideal trabalhar com acidez e saturação por bases adequadas às culturas mais exigentes, que façam parte do sistema de rotação, como é o caso do milho, feijão e soja.

A utilização de cultivares modernas e a estabilidade da produção, proporcionada

pelo uso da irrigação por aspersão, estimulam o uso de altas tecnologias, como espaçamento adequado e adubações pesadas, especialmente de N, com consequente aumento da produtividade de grãos.

Quando se trata do cultivo em irrigação por aspersão, principalmente em áreas sob pivô central, deve-se atentar para a alta exploração do solo, uma vez que, sendo área nobre de produção, é local onde ocorrem cultivos subsequentes, por vezes com três safras anuais. Nestas condições de exploração intensiva do solo, o correto é que seja realizado um planejamento criterioso e uma avaliação constante das condições de acidez do solo.

Cultivares recomendadas

A relação das cultivares de arroz (Fig. 2 e 3) de terras altas indicadas para plantio em Minas Gerais encontra-se no Quadro 1. Todas as cultivares listadas podem ser plantadas em todas as regiões fisiográficas do Estado, ou seja, possuem ampla estabilidade. Contudo, a utilização de uma ou de outra vai depender da distribuição de chuvas da região, onde será efetuado o plantio. Por exemplo, nas regiões de menor precipitação pluvial, deve-se dar preferência a cultivares superprecoces, como forma de atenuar riscos. Nas regiões de melhor distribuição de chuvas, o mais correto é plantar cultivares de diferentes ciclos para alcançar maior estabilidade de produção, pois se uma cultivar for atingida por veranico no seu período crítico, a outra certamente escapará, garantindo pelo menos parte da produção.

O maior entrave ao cultivo do arroz sob pivô central era a inexistência de cultivares adaptadas à irrigação por aspersão, pois as cultivares até então utilizadas eram aquelas do sistema de sequeiro tradicional como 'Rio Paranaíba', 'Guarani', 'Douradão' e 'Caiapó', entre outras; todas de porte alto, vulneráveis ao acamamento, grãos da classe longo, qualidade culinária regular e baixa resposta à alta tecnologia, notadamente à fertilização nitrogenada.

Por ser considerado um cultivo de custo elevado (depreciação de equipamento, energia elétrica e água), na produção de



Figura 2 - Cultivar BRSMG Relâmpago

Fábio Aurélio Dias Martins

arroz com irrigação suplementar por aspersão, buscaram-se alta produtividade e alta qualidade industrial e culinária. A intenção é obter o máximo rendimento econômico por unidade de área. Dessa forma, as cultivares mais adequadas são as precoces, que permitem uma sucessão de culturas mais rápidas, com alta produtividade, resistência a doenças e, sobretudo, ao acamamento, por se tratar de sistema de cultivo em que as adubações nitrogenadas em geral são mais pesadas.

Visando solucionar essa questão, grandes esforços foram feitos pela pesquisa para desenvolver novas cultivares apropriadas a esse sistema de cultivo. Assim, foram recomendadas para Minas Gerais cultivares modernas como a 'Carisma', a 'BRSMG Curinga' e a 'BRSMG Caravera', que são de porte baixo/intermediário, resistentes ao acamamento, perfilhadoras, com folhas eretas, além do grão tipo agulhinha.

Preparo do solo

O sistema radicular do arroz é fasciculado e bastante superficial, com 80% do peso total contido nos primeiros 20 cm de profundidade e, de modo geral, não atinge eficientemente mais do que 1 m. Isso torna o arroz de sequeiro uma cultura bastante vulnerável a déficit hídrico, no caso de ocorrência de veranicos prolongados. Assim, o bom preparo do solo é de fundamental importância para o sucesso da lavoura.

O mais indicado é realizar uma aração profunda, em torno de 30 a 35 cm de profundidade, empregando preferencialmente o arado de aivecas. Essa prática promove um melhor desenvolvimento do sistema radicular e aumenta a capacidade de armazenamento de água pelo solo, reduzindo inclusive os riscos de erosão.

Os efeitos dos métodos de preparo de solo sobre a densidade radicular no seu perfil e sobre a produtividade do arroz de sequeiro são mostrados nos Quadros 2 e 3, respectivamente.

A adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) no cultivo do arroz de sequeiro



Figura 3 - Cultivar BRS Primavera

Fábio Aurélio Dias Martins

QUADRO 1 - Cultivares de arroz de terras altas recomendadas para Minas Gerais

Cultivares	Ano de lançamento	Ciclo vegetativo	Classe de grãos	Rendimento de grãos inteiros	⁽¹⁾ Qualidade de grãos
Carisma	1999	Médio	Longo-fino	Alto	Excelente
BRS Primavera	2001	Precoce	Longo-fino	Alto	Excelente
BRSMG Conai	2004	Superprecoces	Longo-fino	Alto	Boa
BRSMG Curinga	2004	Médio	Longo-fino	Alto	Boa
BRS Sertaneja	2006	Precoces	Longo-fino	Alto	Excelente
BRSMG Caravera	2007	Precoces	Longo-fino	Alto	Excelente
BRSMG Relâmpago	2007	Superprecoces	Longo-fino	Alto	Excelente
BRS Pepita	2007	Precoces	Longo-fino	Alto	Excelente

NOTA: Alto - Rendimento de grãos inteiros no beneficiamento acima de 55%, desde que a colheita seja feita no momento adequado (umidade = 20%-22%).

(1)Refere-se à qualidade física, química e culinária dos grãos.

QUADRO 2 - Efeito do método de preparo do solo sobre a densidade radicular e produtividade do arroz de sequeiro - cultivar Araguaia

Perfil do solo (cm)	Densidade de raízes (g/dm ³)			
	Grade aradora		Aração invertida (arado de aiveca)	
	g/dm ³	%	g/dm ³	%
0-10	2,9781	85,0	2,2546	51
10-20	0,3214	9,0	0,9758	22
20-30	0,1207	3,0	0,6203	14
30-40	0,0544	1,5	0,2681	6
40-50	0,0303	1,0	0,2272	5
50-60	0,0186	0,5	0,1031	2
Total	3,5235	100,0	4,4491	100
Rendimento (kg/ha)	603	-	2.650	-

FONTE: Kluthcouski et al. (1991b).

QUADRO 3 - Efeito do método de preparo do solo e da rotação de culturas sobre o rendimento do arroz de sequeiro

Método de preparo do solo	⁽¹⁾ Rendimento (kg/ha)	% relativa
Grade aradora	1.057	100
Aração invertida e arroz em monocultura	2.090	198
Aração invertida e arroz em rotação com leguminosa	3.093	293

FONTE: Kluthcouski et al. (1991a).

(1) Média de três locais (Goiânia, GO; Alvorada, GO e Diamantino, MT) e três safras agrícolas (1983/1984, 1984/1985 e 1985/1986).

ainda é bastante incipiente. Trabalhos de pesquisa estão sendo empreendidos na busca de informações para tornar essa prática vantajosa para o orizicultor de terras altas.

O SPD do arroz de terras altas tem sido considerado como não competitivo com o sistema convencional (aração e gradagem), ou seja, na maioria dos casos, a produtividade de grãos obtida tem ficado aquém da desejada. Tem-se observado que a planta apresenta pequeno desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo a resistência à seca e menor número de perfilhos por área, o que diminui o número de panículas por área, além de exibir um menor desenvolvimento da planta, sobretudo durante o início da fase vegetativa.

Diversos trabalhos de pesquisa já foram empreendidos na tentativa de solucionar esse problema, entre eles, pode-se destacar

a adaptação do facão de corte da plantadeira para efetuar uma descompactação subsuperficial maior, que facilitará o desenvolvimento do sistema radicular da planta e o de variações de doses e épocas de aplicação de N, entre outros. O fato é que todos os trabalhos destacam que a planta de arroz possui um sistema radicular frágil e exige macroporosidade no solo em detrimento da microporosidade. Isso sugere que o arroz de terras altas é menos adaptado ao SPD, ao contrário do arroz irrigado por inundação, em que o sistema já é amplamente utilizado e com bastante sucesso.

Certamente que a menor adaptação do arroz de terras altas ao SPD é um fator limitante à sua expansão, tanto em condições de sequeiro, quanto de irrigado por aspersão, pois, hoje, a grande maioria dos produtores não está disposta a adotar novamente a prática do preparo do solo,

quebrando todo o ciclo de acúmulo de matéria orgânica (MO) obtido com o SPD.

Alternativas podem ser adotadas para atenuar a menor adaptação do arroz de terras altas ao SPD e dentre estas podem-se mencionar:

- plantar o arroz após dois cultivos sucessivos de leguminosas;
- evitar o plantio após o cultivo de milho, sorgo, braquiária, que são grandes produtores de matéria seca (MS) com alta relação carbono/nitrogênio (C/N), causando grande imobilização de N durante a decomposição dos resíduos;
- utilizar apenas fontes amoniacais de N na semeadura, especialmente as de reação ácida como MAP;
- efetuar duas adubações de cobertura, sendo a primeira (N-amoniacal) no início do perfilhamento e a segunda (qualquer fonte de N) na diferenciação do primórdio floral.

Época de plantio

Na cultura do arroz de sequeiro, o rizicultor fica na dependência do volume e da distribuição anual das chuvas durante o ciclo da planta. A estação chuvosa ocorre normalmente de outubro a março, apresentando períodos de pouca ou nenhuma chuva durante o seu transcurso, denominados veranicos, que são mais frequentes nos meses de janeiro e fevereiro e que podem provocar elevados prejuízos na cultura, até sua perda total.

A semeadura deve ser feita tão logo as chuvas se iniciem. De preferência, a partir da segunda quinzena de outubro até o final de novembro para todas as cultivares, podendo-se estender até a primeira quinzena de dezembro para as precoces (ciclo de 105 a 120 dias). Deve-se esclarecer também que plantios mais cedo reduzem a incidência de doenças, sobretudo, a brusone-das-panículas.

Para o cultivo sob irrigação por aspersão, o fator mais limitante passa a ser a temperatura. Logo, uma das vantagens, é a maior amplitude temporal para o plantio.

Mas deve-se ficar atento também às condições de temperatura e luminosidade, que, pelas características fisiológicas da planta, podem inibir o potencial produtivo. Alguns produtores têm tentado efetuar safrinha de arroz após o cultivo de soja em Minas Gerais. À exceção da região Norte, onde não há condições de temperaturas adequadas, uma vez que os estádios mais críticos da cultura, tais como emborrachamento e floração, coincidem com períodos de baixa temperatura, causando esterilidade das espiguetas. Temperaturas de 15 °C, por uma hora, causam esterilidade e chochamento de grãos e, não raramente, essa temperatura ocorre a partir do mês de abril.

Espaçamento e densidade de plantio

O plantio é realizado em sulcos, utilizando plantadora-adubadora (mecanizada) ou em covas, por meio de matraca (manual). No plantio em linha, tem-se recomendado o espaçamento de 0,30 a 0,40 m entre fileiras, colocando-se 60 a 70 sementes por metro, dependendo da cultivar. Para cultivares precoces, que são menos perfilhadoras, utilizam-se menores espaçamentos e/ou maiores densidades de sementeira. Procedimento contrário é tomado, quando se usam cultivares mais tardias, que, em geral, são mais perfilhadoras.

Outro parâmetro a ser considerado é a fertilidade do solo. Em geral, nos solos pobres, onde o arroz perfilha pouco, podem-se utilizar espaçamentos menores e densidades maiores. Em áreas muito sujeitas a veranicos, menores populações são desejáveis, uma vez que reduzem o consumo de água, diminuindo os riscos de perda parcial ou total da lavoura.

No plantio por covas, recomenda-se o mesmo espaçamento entrelinhas e 0,20 m dentro da linha, colocando-se 10 a 12 sementes por cova. As considerações feitas para espaçamento entrelinhas, no plantio em sulcos, também são válidas para o plantio em covas. A profundidade de plantio deve ser de 3 a 5 cm.

No espaçamento e densidades recomendadas, gastam-se em torno de 40 a

50 kg de sementes por hectare, dependendo da cultivar e do peso das sementes. É conveniente, após a sementeira, efetuar uma leve compactação do solo para melhorar a germinação e a emergência das plântulas.

O espaçamento entrelinhas, para as cultivares modernas, pode ser reduzido em relação ao utilizado para as cultivares de sequeiro tradicional (SANT'ANA, 1989). A Embrapa Arroz e Feijão testou três espaçamentos entrelinhas: 0,20 m, 0,35 m e 0,50 m, com 60 sementes/m, utilizando a linhagem CNA 6891, que é de porte baixo e com folhas curtas e eretas. Os resultados mostraram que o melhor espaçamento para produção de grãos foi o de 0,20 m, seguido do de 0,35 m e, por último, o de 0,50 m.

Resultados diferentes foram obtidos em Lavras, MG, para as cultivares Canastra e Confiança. Testaram-se três espaçamentos entrelinhas, ou seja, 0,20 m, 0,30 m e 0,40 m, combinados com três densidades de sementeira: 50, 70 e 90 sementes por metro. No primeiro ano de teste (1996/1997), não se observou qualquer diferença entre os espaçamentos e as densidades para o caráter produtividade de grãos. No segundo ano (1997/1998), verificou-se que a produtividade proporcionada pelo espaçamento de 0,20 m foi inferior estatisticamente ($p \leq 0,05$) aos outros dois. Todavia, não se detectaram diferenças para as três densidades de sementeira.

Deve-se ressaltar que, nos espaçamentos menores, aumentam as incidências de doenças e os riscos de acamamento. Assim, para cultivares de ciclo médio em condições ambientais semelhantes às de Lavras, deve-se optar por espaçamentos de 0,30 a 0,40 m entrelinhas e, para as cultivares precoces, menos perfilhadoras, deve-se optar por espaçamento de 0,30 m. Entretanto, muitas propriedades estão plenamente equipadas para o cultivo do milho e da soja, utilizando o mesmo espaçamento, sendo assim, cultivares que tenham bom potencial produtivo em espaçamentos semelhantes aos dessas culturas, tornam-se

excelentes opções, por sua economia em maquinário e mais praticidade no planejamento da propriedade.

Adubação

Por ser uma exploração de alto risco, os agricultores têm evitado dosagens mais pesadas de fertilizantes. Em consequência, as produtividades são mais baixas e o retorno econômico é duvidoso. A baixa rentabilidade da cultura do arroz de sequeiro, associada ao risco, tem levado os produtores a utilizarem baixa tecnologia. Essa situação pode ser agravada ainda mais, se forem utilizadas cultivares do tipo tradicional, que são de porte alto, suscetíveis ao acamamento, pouco responsivas à melhoria de ambiente e de limitado potencial de rendimento de grãos.

Acresce-se ainda que, em condições de sequeiro, a aplicação de doses relativamente altas de fertilizantes geralmente aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar, ocasionando aumento do consumo de água. Assim, com deficiência hídrica, os efeitos da seca e da brusone são agravados, o que poderá contribuir ainda mais para a queda no rendimento de grãos.

Antes da tomada de decisão final sobre as quantidades de fertilizantes a serem empregadas, devem-se considerar questões como: a experiência do técnico que atua na região, o histórico da área a ser trabalhada, a cultivar, a disponibilidade de capital do agricultor, o nível de produtividade esperado e a relação entre custo do fertilizante/valor do produto colhido.

As cultivares modernas, recomendadas atualmente respondem acentuadamente à adubação. Para isso, o mais indicado é efetuar a adubação com base na análise de solo e na expectativa de produtividade. Cultivares modernas e adubação correta são os principais promotores de altas produtividades.

Em Minas Gerais, a recomendação de adubação, segundo Ribeiro Guimarães e Álvares V. (1999), é mostrada no Quadro 4.

Essa recomendação é de 1999, portanto, mais indicada para as cultivares da época. Hoje, com a adoção de novas culti-

QUADRO 4 - Quantidade de NPK (kg/ha) recomendada para o arroz de sequeiro no estado de Minas Gerais

Nitrogênio (plântio)	P ₂ O ₅			K ₂ O			Nitrogênio (cobertura)
	Teor de fósforo (P) no solo			Teor de potássio (K) no solo			
	Baixo	Médio	Bom	Baixo	Médio	Bom	
10-12	75	50	25	70	45	20	40-48

NOTA: O N em cobertura deve ser aplicado por ocasião da diferenciação do primórdio floral, que ocorre entre 40 e 50 dias após a emergência das plântulas dependendo da cultivar. Ao constatar deficiência de zinco (Zn), bastante comum em áreas de Cerrado, aplicar 2 a 4 kg/ha de Zn.

vares melhoradas, de porte mais baixo e resistentes ao acamamento, devem-se elevar as quantidades de fertilizantes, sobretudo as de N. No SPD, é recomendável aplicar, na sementeira, em torno de 30 kg/ha de N.

No cultivo do arroz em irrigação por aspersão, a pressão por maiores produtividades, em consequência do custo de produção ser mais elevado, leva inevitavelmente a um significativo aumento nos aportes de fertilizantes, principalmente os nitrogenados. Reside aí uma preocupação com a interação entre a adubação com N e o acamamento de plantas e a incidência da brusone.

O ideal é buscar um equilíbrio que permita altas produtividades sem contar com esses transtornos. E também a possibilidade de um maior parcelamento das adubações nitrogenadas, que é importante para o desenvolvimento das plantas, pelo aporte constante do nutriente.

Plantas daninhas e seu controle

O controle de plantas daninhas em qualquer cultura é prática imprescindível, principalmente porque reduz a produção. O período crítico de competição das plantas daninhas com as plantas de arroz situa-se entre 15 e 45 dias após a emergência da cultura, dependendo da cultivar e do sistema de cultivo (terras altas ou irrigado), devendo a lavoura ser mantida no limpo durante esse período. Cultivares de porte baixo e de folhas eretas têm menor habilidade de competir com as plantas daninhas. Além das espécies comuns a outras culturas,

destacam-se algumas por seu difícil controle no cultivo de arroz: arroz-vermelho, arroz-preto, tiririca, capim-macho ou capim-pelego (*Ischaemum rugosum*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*).

Os métodos de controle de plantas invasoras podem ser preventivo, biológico, cultural, mecânico (ou físico) e químico (emprego de herbicida). Um programa que emprega combinações de técnicas de controle é chamado Controle Integrado de Plantas Daninhas. O uso de mais de uma técnica de controle é vantajoso, porque um método isoladamente, raramente consegue um controle efetivo de todas as plantas daninhas presentes, durante todo o ciclo da cultura. No Quadro 5, são apresentados os principais herbicidas recomendados para a cultura do arroz de terras altas.

O controle de plantas daninhas no cultivo com irrigação suplementar exige um planejamento criterioso, que leve em consideração as culturas antecessoras e sucessoras. Em caso de preparo convencional do solo, o controle em pré-emergência é recomendável em associação com o pós-emergente, já que todas as moléculas indicadas em pós-emergência para folhas estreitas apresentam limitações na fase juvenil e risco de causar algum tipo de prejuízo à produtividade.

Uma nova tecnologia que está chegando ao mercado são as cultivares resistentes aos herbicidas imidazolinonas. A empresa Basf obteve genes por mutagênese, os quais conferem às cultivares de arroz resistência ao referido princípio ativo. Assim que as cultivares portadoras desses genes forem

disponibilizadas no mercado, o controle de plantas daninhas ficará bem mais fácil.

Pragas do arroz e seu controle

O arroz é muito vulnerável ao ataque de pragas, que variam de acordo com o sistema de cultivo, principalmente as de solo. Daí a importância de conhecer bem estas pragas para evitar prejuízos.

Em terras altas, merecem destaque os cupins subterrâneos e a lagarta-elasma, que no mínimo causam cerca de 13% de redução na produção. Em ataques muito severos, os danos da lagarta-elasma podem provocar até 100% de perdas, sendo necessário o replantio. Prejuízos semelhantes podem ser causados pelos cupins subterrâneos no primeiro ano de cultivo, sobretudo em solos arenosos, anteriormente ocupados por gramíneas.

Dentre as pragas da parte aérea destacam-se as cigarrinhas-das-pastagens, que, na fase adulta, migram das pastagens para as lavouras de arroz, onde sugam o caule das plantas, causando danos consideráveis. Outra praga importante e voraz é o curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*), cujas lagartas podem desfolhar completamente as plantas de arroz, quando ocorrem em grande número por planta, resultando em prejuízos na produção de grãos. Para evitar tais prejuízos, o importante é inspecionar rotineiramente a lavoura, procurando detectar a infestação no início. Outro aspecto importante é procurar conhecer as pragas que ocorrem na cultura do arroz na região. Em caso de dúvida, procurar a assistência técnica do município, para o reconhecimento da praga e decisão de qual método de controle utilizar.

O controle das pragas subterrâneas e da cigarrinha deve ser realizado preventivamente por meio do tratamento das sementes, o que resolve 60% dos problemas de pragas do arroz. Podem-se utilizar produtos à base de carbofuram, tiodicarbe, fipronil, imidaclopid e thiamethoxam. O produto a ser usado depende das pragas que ocorrem com maior frequência na área e deve ser recomendado por um agrônomo.

QUADRO 5 - Nome comum e correspondente produto comercial dos principais herbicidas recomendados para a cultura do arroz de sequeiro e/ou irrigado por aspersão

Nome comum	Nome comercial	Formulação	Concentração (g i.a./L ou kg)	Dose (kg ou L p.c./ha)	Classe toxicológica	Época de aplicação
Ethoxysulfuron	Gladium	GD	600	0,1 a 0,13	I	Pós
Cialofop butílico	Clincher	CE	180	1,5	I	Pós
Clefoxydim	Aura	CE	200	0,75	I	Pós
Fenoxaprop-p-ethyl	Starice	CE	69	0,8	II	Pós
Fenoxaprop-p-ethyl	Whip S	CE	69	0,6	II	Pós
Metsulfuron-methyl	Ally	GD	600	0,004	III	Pós
Oxadiazon	Ronstar 250BR	CE	250	3,0 a 4,0	II	Pré/Pós
	Ronstar SC	SC	400	1,7 a 2,5	III	Pré/Pós
Pendimethalin	Herbadox	CE	500	2,0 a 3,0	II	Pré
Propanil-360	Vários	CE	360	6,0 a 14,0	II	Pós
Propanil-450	Propanin 450	CE	450	5,0 a 8,0	II	Pós
Propanil-480	Stam 480	CE	400	4,5 a 7,5	II	Pós
Trifluralin	Premierlin 600	CE	600	2,0 a 3,0	II	Pré
2,4-D-amina 480	Herbi 480	SAC	480	0,75 a 2,0	I	Pós
2,4-D-amina 670	Aminol 806	SAC	670	0,75 a 1,5	I	Pós
	DMA 806 BR	SAC	670	0,75 a 1,5	I	Pós
2,4-D-amina 720	U-46 D Fluid 2,4-D	SAC	720	0,75 a 1,0	I	Pós
Dicamba	Banvel	CE	480	0,2 a 0,4	III	Pós
Propanil + thiobencarb	Satanil CE	CE	200 + 400	5,0 a 7,0	III	Pós
Propanil + 2,4-D	Herbanil 368	CE	340 + 28	6,0 a 10,0	II	Pós
Propanil + molinate	Arrozan	CE	360 + 360	5,0 a 7,0	II	Pós
Propanil + pendimethalin	Pendinil	CE	250 + 170	7,0 a 8,0	II	Pós

FONTE: Noldin e Cobucci (1998) e Soares (2005).

NOTA: CE - Concentrado emulsionável; GD - Grânulos dispersíveis em água; SC - Suspensão concentrada; SAC - Solução aquosa concentrada; i.a. - Ingrediente ativo; p.c. - Produto comercial.

I - Altamente tóxico; II - Medianamente tóxico; III - Pouco tóxico.

Doenças do arroz e seu controle

Nos diferentes sistemas de cultivo do arroz surgem diversas doenças causadas por fungos, das quais as mais importantes são a brusone (*Pyricularia grisea*) e a mancha-parda (*Drechslera oryzae*). Com importância econômica secundária, também ocorrem a escaldadura-da-folha, a mancha-das-bainhas e a mancha-de-glumas.

Todas as doenças fúngicas são beneficiadas por um ambiente mais úmido, favorecendo a disseminação e a infecção das plantas. E, nesse aspecto, surge novamente a necessidade de uma atenção maior ao cultivo realizado sob irrigação,

em comparação ao cultivo de sequeiro.

A brusone é a mais importante doença do arroz. Nas folhas, afeta o crescimento e o desenvolvimento da planta e, nas panículas, é responsável pela redução de peso e esterilidade parcial ou total dos grãos.

As principais medidas de controle são:

- varietal: o uso de cultivares resistentes ou tolerantes pode evitar a doença ou diminuir a severidade da doença. A 'BRSMG Curinga' tem mostrado tolerância mais estável à brusone. Logo, nos locais de alta pressão da enfermidade é uma boa opção;
- cultural: consiste em alterar época, espaçamento e densidade de plantio,

visando criar condição desfavorável ao desenvolvimento da doença. Essas medidas não aumentam os custos e podem ajudar muito no controle da brusone. Dentre essas medidas podem-se destacar:

- plantio antecipado, se possível ainda no mês de outubro, assim que iniciarem as chuvas,
- uso de cultivares precoces,
- maior espaçamento e menor densidade de semeadura,
- adubação nitrogenada equilibrada,
- rotação de culturas,
- evitar repetir a mesma cultivar por

mais de duas vezes consecutivas na mesma área. O ideal é alternar cultivares diferentes;

- c) químico: o tratamento de sementes com fungicidas é importante na prevenção de doenças que podem ser transmitidas pelas sementes, além de ser uma prática de fácil execução e de custo relativamente baixo. Em áreas de alta pressão da brusone, recomenda-se efetuar também o controle químico por meio de pulverizações com produtos à base de thiabendazol ou triazol + estrobilurina, preferencialmente. Nas áreas com histórico da doença, o controle deve ser preventivo, pois após o surgimento dos sintomas, a eficácia do controle é reduzida acentuadamente. Aplicar a dose recomendada do produto no final do estágio de emborrachamento ou no início da emergência das panículas (5% a 10%); realizar uma segunda aplicação 10 a 15 dias após a primeira.

Há um dilema a ser solucionado, quando o cultivo do arroz se encaixa no processo de rotação como uma cultura secundária. É óbvio que o produtor busca lucro com a atividade, mas acima disso quer dar sustentabilidade a seu sistema de produção. Utilizando uma cultura com diferente exploração do solo e alvo de doenças diferentes daquelas da cultura principal, estará promovendo verdadeira desinfecção da área. No entanto, se o arroz é a cultura principal na exploração da área irrigada, há de ter o cuidado para obtenção de altas produtividades, com máximo rendimento da cultura, e aí entra a necessidade de um controle criterioso da sanidade da lavoura.

Uma adubação equilibrada, utilizando cultivares modernas e, portanto, mais tolerantes são passos primordiais. Realizar avaliações constantes na lavoura, sabendo identificar os níveis de dano causados por eventual infecção, é outra estratégia primordial, pois evita aplicações excessivas e onerosas e, ao mesmo tempo, permite uma entrada precisa com produtos químicos na lavoura.

Colheita

A determinação do ponto ideal ou momento adequado para efetuar a colheita é de extrema importância para o arroz, uma vez que a colheita precoce ou tardia implica em sérios prejuízos, por afetar diretamente a qualidade do produto. A colheita deve ser realizada quando os grãos apresentarem de 20% a 22% de umidade e nunca excederem os limites de 18% a 24% de umidade. Na prática, o ponto adequado de colheita pode ser percebido, quando cerca de 2/3 da panícula apresentam espiguetas com a coloração típica da cultivar, ou quando os grãos ficam duros e resistem à penetração da unha.

Os principais prejuízos causados pela colheita com umidade inadequada são:

- a) colheita precoce (mais de 24% de umidade):
 - maior porcentagem de espiguetas vazias (menor produção de grãos),
 - maior porcentagem de grãos gessados,
 - maior porcentagem de grãos verdes,
 - problemas de limpeza e perdas na batida (menor produção de grãos);
- b) colheita tardia (menos de 18% de umidade):
 - trincamento de grãos (menor porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento),
 - maior debulha natural,
 - maior acamamento.

Secagem

A operação de secagem, parte importante do processamento que antecede a armazenagem, visa, basicamente, reduzir o teor de água do produto a valores adequados à sua conservabilidade. No caso de o arroz ser armazenado a granel, a umidade final de secagem dos grãos ou sementes não deve ultrapassar 13% a 14% e, se for em sacos, 14% a 15%.

Para pequenas áreas ou volume de produção, a secagem é feita em terreiros,

normalmente cimentados ou forrados com lona ou outro material. Pressupõe a disposição do produto em camadas mais ou menos delgadas; quando o produto está úmido, a espessura da camada deverá ser de 4 a 5 cm e, à medida que a seca avança, o arroz deverá ser espalhado em camadas mais espessas (8 a 10 cm).

Como o arroz exposto ao sol, nessas camadas, atinge 45 °C a 55 °C, o que poderá provocar o trincamento de grãos, é conveniente que seja revirado com frequência. Ao anoitecer, recomenda-se amontoar a massa do produto e cobri-la com lona plástica para evitar a reabsorção de água pela maior umidade relativa (UR) do ar e orvalho. A duração dessa seca é variável, dependendo das condições climáticas e da umidade que o grão chega ao terreiro, normalmente varia de 3 a 24 horas.

A secagem artificial deve ser feita por meio de secador intermitente. Nesse sistema de secagem, o produto sofre a ação do calor, em intervalos curtos e alternados, com períodos maiores de repouso para permitir o resfriamento e homogeneização da umidade por toda a massa. Esse é o método de secagem artificial mais recomendável, uma vez que atenua o trincamento dos grãos, pela homogeneização da umidade da massa.

Armazenamento

O armazenamento do arroz em casca em ambiente com UR superior a 70% - 75% mostra-se inadequado. Isto porque o teor máximo de umidade dos grãos para uma armazenagem segura é de 13% para um período de até seis meses, ou de 12% para períodos superiores a seis meses.

A temperatura influencia na preservação do arroz armazenado por afetar a velocidade dos processos bioquímicos do produto e dos insetos e microrganismos a esta associados. Temperatura acima de 21 °C favorece o desenvolvimento de insetos e fungos. Portanto, a temperatura de armazenamento deve ser a mais baixa possível.

A armazenagem do arroz em casca pode ser realizada em sacos ou a granel. Do ponto de vista técnico, os dois sistemas

poderão dar bons resultados se conduzidos convenientemente.

Na armazenagem em sacarias, deve-se observar o seguinte:

- a) utilizar estrados para evitar o contato direto da sacaria com o piso;
- b) formar pilhas mantendo uma distância de ± 60 cm entre uma e outra e entre as paredes do armazém;
- c) evitar pilhas muito grandes, a fim de não dificultar os expurgos;
- d) estabelecer um sistema eficiente de combate a insetos e roedores;
- e) não estocar adubo, inseticidas e outros produtos químicos que possam alterar o odor ou o paladar do arroz.

O armazenamento a granel não constitui, até pouco tempo, prática difundida no Brasil, por causa do sistema de classificação do arroz em classes e tipos, mas, hoje, é a principal forma de armazenagem. Isso se tornou possível graças à grande concentração de produção de arroz da classe longo-fino (agulhinha).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje, o trabalho da pesquisa é fundamental na busca de alternativas produtivas que recoloquem o cultivo do arroz de terras altas como uma opção viável ao produtor, na região do Cerrado mineiro. Soluções simples, aliadas à tecnologia de ponta, são as apostas para que o cultivo de arroz em terras altas, principalmente em áreas irrigadas por pivô central, volte a ser uma opção atraente para o produtor.

REFERÊNCIAS

COELHO, M.B. et al. Efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre duas variedades de arroz [*Oryza sativa*]. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.24, n.135, p. 461-483, set. 1977.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos – safra 2009-2010, décimo segundo levantamento, setembro 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af.pdf>. Acesso em: jan. 2010.

DEL GÍUDICE, R.M. et al. Irrigação do arroz por aspersão: profundidade de rega e limites de água disponível. **Experientiae**, Viçosa, MG, v.18, n.5, p.103-123, 1974.

KLUTHCOUSKI, J. et al. O arroz nos sistemas agrícolas do Cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991a. p.281-330. (EMBRAPA-CNPAF Documentos, 25)

_____. et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz - I: Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991b. 20p. (EMBRAPA-CNPAF Documentos, 33).

MANZAN, R.J. Irrigação por aspersão na cultura do arroz. **Informe Agropecuário**. Arroz irrigado de sequeiro, Belo Horizonte, v.10, n.114, p.38-40, jun. 1984.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cenário futuro para a cadeia produtiva de arroz em Minas Gerais. In: _____. **Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1995. v.3, 57p.

NOLDIN, J.A.; COBUCCI, T. **Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz em várzea e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1998. 17p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SANT'ANA, E.P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**. Arroz de sequeiro: novas perspectivas para o produto, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.71-75, 1989.

SOARES, A.A. **Cultura do arroz**. 2.ed. Lavras: UFLA: FAEPE, 2005. 130p. (UFLA. Textos Acadêmicos, 7).

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1986. 6p. (EMBRAPA-CNPAF Comunicado Técnico, 19).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

INFORME AGROPECUÁRIO. Arroz: avanços tecnológicos. Belo Horizonte: EPAMIG, v.25, n.222, 2004.108p.

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



CANA-DE-AÇÚCAR

Produção de mudas e capacitação técnica para produtores.

Avaliação e recomendação de variedades para produção de cachaça, utilização em usinas e alimentação animal.



EPAMIG

Unidade Regional EPAMIG Centro-Oeste
Rod. MG-424 km 64 - Caixa Postal 295
CEP 35701-970 - Prudente de Moraes - MG
Telefax: (31) 3773-1980
e-mail:ctco@epamig.br

Expansão e cultivo da cultura do trigo em Minas Gerais

Maurício Antônio de Oliveira Coelho¹

Aurinelza Batista Teixeira Condé²

Moacil Alves de Souza³

Vanoli Fronza⁴

Celso Hideto Yamanaka⁵

Resumo - Minas Gerais produz menos de 10% do trigo que consome anualmente. O Estado possui condições edafoclimáticas favoráveis à triticultura, principalmente nas regiões Sul, Centro-Oeste e Triângulo Mineiro, o que possibilita a colheita de um produto de qualidade superior àquele colhido nos principais Estados produtores do Brasil (Rio Grande do Sul e Paraná). A cadeia produtiva do trigo no Estado é hoje uma das mais organizadas do País, havendo um relacionamento estreito entre produtores (Associação dos Triticultores do Estado de Minas Gerais (Atriemg)), indústria (Sindicato dos Moinhos de Trigo de Minas Gerais (Sinditrigo-MG)), assistência técnica (Emater-MG), instituições de pesquisa (EPAMIG, Embrapa, UFV, Ufla) e cooperativas ligadas ao setor como a Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (Coopadap). Já existem conhecimentos técnicos capazes de proporcionar aos produtores condições para obter produtividades bem superiores àquelas das regiões tritícolas tradicionais do País. Entretanto, é necessário que haja um engajamento entre as instituições de pesquisa, para um trabalho de melhoramento genético conjunto voltado, principalmente, para o desenvolvimento de cultivares totalmente adaptadas às diferentes regiões com potencial para produção de trigo no Estado.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*. Melhoramento genético. Prática cultural.

INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) em Minas Gerais, além de ser uma excelente alternativa como rotação de culturas na estação de inverno, é mais rentável e estável quando comparada com os Estados localizados no Sul do Brasil.

Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e parte do Mato

Grosso constituem uma ótima alternativa para a expansão da produção tritícola, tanto em condições de sequeiro como sob irrigação. Porém, para obter êxito com a triticultura, alguns aspectos devem ser considerados, principalmente em termos de limite mínimo de altitude, época de semeadura e cultivares específicas a serem utilizadas.

Apresentam-se a seguir alguns pontos favoráveis da triticultura em Minas Gerais:

- a) possibilidade de colheita em períodos de quase ausência de pluviosidade, para obter um produto de alta qualidade, cujo peso hectolítrico médio é maior que 80 kg/hL, superior ao conseguido na Região Sul

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: mauricio@epamig.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: aurinelza@epamig.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. UFV - Depto. Fitotecnia, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: moacil@ufv.br

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Soja, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: vanoli@cnpso.embrapa.br

⁵Eng^o Agr^o, Pesq. COOPADAP, Rod. MG 235, Km 01, Caixa Postal 37, CEP 38800-000 São Gotardo-MG. Correio eletrônico: celso@coopadap.com.br

- do Brasil que dificilmente alcança o padrão de 78 kg/hL;
- b) baixa umidade relativa (UR) do ar durante a maior parte do ciclo da cultura, a qual também contribui para reduzir a ocorrência de doenças e pragas, outro grave problema do Sul do Brasil;
 - c) patamares de produtividade bem superiores às regiões tradicionais do País;
 - d) possibilidade de colheita na entressafra da Região Sul do Brasil e da Argentina, principal exportador de trigo para o Brasil, alcançando melhor competitividade de preço no mercado nacional;
 - e) a condição geográfica de Minas Gerais torna o Estado competitivo, principalmente pela economia de frete na logística de um possível esquema de transporte ferroviário da produção que poderá ser montado para os grandes centros consumidores e industriais do País.

Apesar de já existirem conhecimentos técnicos capazes de permitir excelentes produtividades, cultivares desenvolvidas para os estados do Sul do Brasil, com raras exceções, dificilmente adaptam-se a Minas Gerais e à Região Central do Brasil. Assim, desenvolver cultivares adaptadas e mais resistentes e/ou tolerantes às principais doenças e ao acamamento e primar pela qualidade industrial do setor devem ser os objetivos da pesquisa para alcançar a sustentabilidade da triticultura em Minas Gerais.

HISTÓRICO DO MELHORAMENTO DO TRIGO EM MINAS GERAIS

As variedades Araxá, Monte Alto e Mineiro, obtidas de seleções realizadas pelo pesquisador Augusto Grieder, entre 1928 e 1930, na variedade Artigas, marcam o início do melhoramento do

trigo em Minas Gerais (SOUZA, 1999). Em 9/8/1937, num esforço adicional do governo federal, foi criado o Posto de Multiplicação de Sementes em Patos de Minas, autorizado pela Lei nº 470 do mesmo ano, hoje chamada Fazenda Experimental de Sertãozinho (FEST), em Patos de Minas, pertencente à EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba. O Posto de Multiplicação de Sementes deu continuidade aos trabalhos de pesquisa com trigo até 1972, quando subordinado ao Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste (Ipeaco), cuja sede localizava-se em Sete Lagoas.

As primeiras cultivares de trigo indicadas para Minas Gerais foram a 'Kênia 155', desenvolvida pelo pesquisador Moacir Viana de Novaes, e 'Salles', desenvolvida pelo pesquisador Carlos Eugênio Tibhau, ambas em 1948, em Patos de Minas. Entretanto, a maior contribuição para o avanço do melhoramento genético do trigo mineiro foi dada pelos trabalhos liderados pelo pesquisador Ildelfonso Ferreira Correia, do Instituto Agrônomo de Minas Gerais. Cultivares históricas, como 'Instituto', 'BH 4041', 'Horto' e 'BH 1146', são frutos desses trabalhos. As cultivares BH 1146 e Horto apresentavam boa adaptação às condições de cultivo de Minas Gerais, como tolerância ao calor, ciclo precoce e maior resistência às ferrugens, participando de diversos cruzamentos no Brasil e exterior. A cultivar BH 1146 foi uma das genitoras dos cruzamentos que deram origem a nove cultivares indicadas no País até 1997. Na época do desenvolvimento das primeiras cultivares mineiras, o objetivo principal era obter cultivares de ciclo precoce, para plantio de sequeiro, principalmente pelas limitações de uso da irrigação. A partir da década de 1970, o governo brasileiro, na tentativa de buscar a autossuficiência em trigo, incentivou a produção do cereal, dando subsídios aos produtores e expandindo a cultura para regiões não tradicionais.

Naquela época, a pesquisa já indicava o Brasil Central como região com grande potencial para a triticultura. Assim, a EPAMIG, criada em 1974, reiniciou a pesquisa com a cultura do trigo, em 1975, em conjunto com o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), atual Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF. A demanda, naquele momento, era por cultivares para plantio irrigado, principalmente na região do Plano de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (Padap). As primeiras cultivares indicadas para essa região foram 'BH 1146', 'IAC 5-Maringá', 'IAS 55', 'IAS 54' e 'Londrina' (SOUZA, 1999). A EPAMIG atuou, ao longo dos anos, no melhoramento da cultura, introduzindo e testando em experimentos cultivares de várias instituições do País e do exterior, principalmente germoplasma introduzido do Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (Cimmyt), localizado no México. De 1985 a 1993 foi desenvolvido um programa de cruzamentos e seleção em populações segregantes associado à Embrapa-CPAC e, posteriormente, à Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), atual Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. Como fruto desse trabalho foram indicadas as cultivares MGS1 Aliança (1998) e MGS Brillhante (2004) para cultivo em sequeiro em Minas Gerais e outros Estados do Brasil Central. A partir de 1993, sob a liderança do professor/pesquisador Moacil Alves de Souza (especialista em trigo da EPAMIG entre 1976 e 1992), a UFV passa a integrar as ações de melhoramento do trigo no Estado, realizando hibridações e introduções de linhagens do Cimmyt. Ressalta-se que a Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC), atual Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (Coopadap), desde 1976 vem atuando em colaboração com instituições envolvidas no melhoramento do trigo em Minas Gerais (SOUZA, 1999) (Fig. 1), sendo seu apoio de fundamental importância para o desenvolvimento da triticultura no Estado.



Maurício Antônio de Oliveira Coelho

Figura 1 - Área experimental de trigo na Coopadap em Rio Paranaíba, MG

PERSPECTIVAS DA CULTURA DO TRIGO EM MINAS GERAIS

O trigo é o segundo produto agrícola do mundo em volume de grãos produzidos, com cerca de 680 milhões de toneladas e com perspectivas de mercado firme e consumo sempre crescente. De acordo com estudos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a produção brasileira de trigo projetada para 2019/2020 é de 7 milhões de toneladas e o consumo deverá chegar a 12,80 milhões de toneladas no mesmo período. A taxa de crescimento da produção nesse período deverá ser de 2,86% e a de consumo de 2,15%. Apesar da produção brasileira crescer em ritmo superior ao consumo, o Brasil deve-se manter como um dos maiores importadores mundiais do produto, sendo projetada uma taxa de crescimento da importação da ordem de 2,86% (BRASIL, 2010a).

De acordo com a Secretaria de Política Agrícola do MAPA, existem em Minas Gerais 778 municípios aptos a cultivarem trigo de sequeiro (BRASIL, 2009a) e 640 municípios aptos ao cultivo do trigo irrigado (BRASIL, 2009b). Estima-se que as áreas potencialmente aptas à produção

de trigo de sequeiro no Estado alcançam 1,2 milhão de hectares. Ao mesmo tempo, sabe-se que há uma grande área irrigada sob pivô central em Minas Gerais, estimada em mais de 120 mil hectares; o uso de apenas um terço desta área com o trigo resultaria em produção da ordem de 200 mil toneladas, representando quase 25% do consumo estadual.

A produtividade de trigo no estado de Minas Gerais na região do Padap em meados da década de 1970, em lavouras de sequeiro, era em média de 900 kg/ha, enquanto que, atualmente, já superam os 2.400 kg/ha. No cultivo irrigado, que se iniciou em 1983, os produtores obtinham uma média de 3.600 kg/ha, comparados aos 5.400 kg/ha obtidos atualmente. Há relatos de o produtor ter alcançado o recorde nacional de 7.480 kg/ha no ano de 2003 (já superado por um produtor de Goiás, que atingiu 7.920 kg/ha em 2004) (FRONZA, 2005).

Analisando a evolução da produção e da área plantada em Minas Gerais, observa-se que passamos de 5.482 ha plantados e uma produção de 23.544 t, em 2002, para 22.887 ha plantados e uma produção de

100.979 t, em 2009 (Gráfico. 1). Apesar da tendência de crescimento, a produção poderia ser aumentada consideravelmente, tendo condições de atender grande parte do consumo interno do Estado, em torno de 1 milhão de toneladas, e os moinhos em atividade no Estado, situados em Uberlândia, Contagem, Santa Luzia e Varginha, que consomem cerca de 400 mil toneladas por ano.

Acrescenta-se ainda que, a partir dos últimos anos, a cultura do trigo tem sido considerada de importância estratégica para o estado de Minas Gerais. Nesse sentido, desde 2004 o governo mineiro, por intermédio da Seapa-MG e várias instituições públicas e privadas, dependem esforços em busca da competitividade da triticultura mineira. Em 2005, foi criado o Comitê Gestor do Trigo, formado por especialistas de várias instituições técnicas e científicas para assessoria da Câmara Técnica de Grãos do Conselho Estadual de Política Agrícola (Cepa) e suporte para o Programa de Desenvolvimento da Competitividade da Cadeia Produtiva do Trigo em Minas Gerais (Comtrigo), ligado à Seapa-MG. Resultados expressivos estão sendo obtidos, principalmente na organização da cadeia, no aprimoramento da relação produtores, técnicos e moinhos, e considerável melhoria na qualidade do trigo produzido no Estado.

Em abril de 2008, a Seapa-MG, por meio do Comtrigo, encaminhou à Câmara Setorial de Culturas de Inverno do MAPA, uma proposta para criar na Região Central do Brasil (Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso) um polo de produção de trigo. Esse polo possibilitará uma nova alternativa de aumento de produção brasileira de trigo, mais competitiva, pelas condições edafoclimáticas favoráveis, e mais rentável, pela maior produtividade hoje alcançada, além da opção de plantio de sequeiro e com irrigação. Finalmente, acrescenta-se como mais uma atividade complementar às já existentes na região,

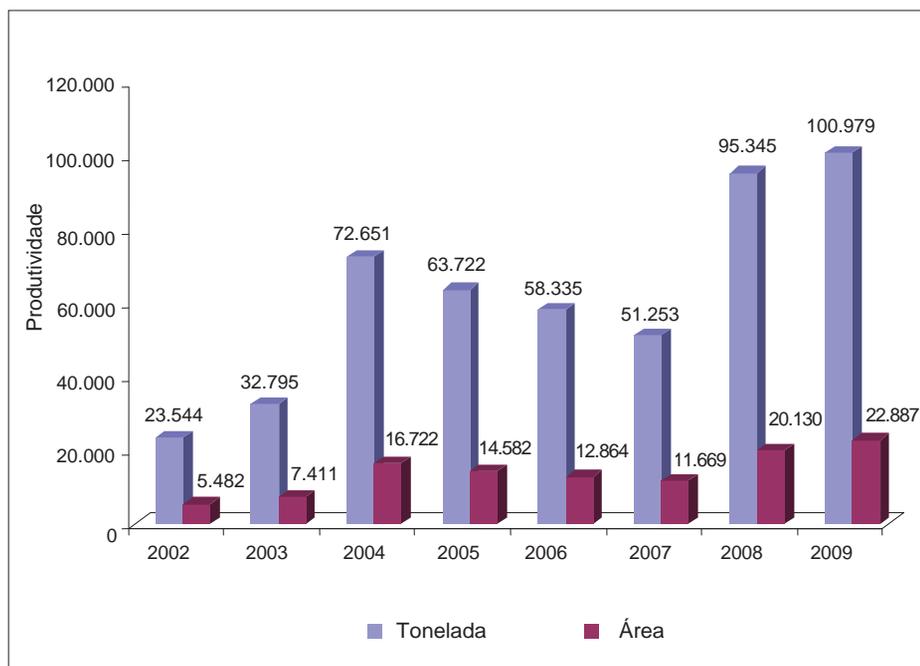


Gráfico 1 - Evolução da produção e área plantada de trigo em Minas Gerais, no período 2002-2009

FONTE: Minas Gerais (2010).

viabilizando uma das culturas mais importantes para o agronegócio brasileiro (Minas..., 2008).

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DO TRIGO EM MINAS GERAIS

Exigências climáticas e época de plantio

O trigo pode ser cultivado desde 60° de latitude norte até 60° de latitude sul, em diferentes condições de clima e solo. A temperatura ideal está em torno de 20 °C, sendo que o perfilhamento é favorecido por temperaturas menores e o desenvolvimento da parte aérea por temperaturas maiores (até 25 °C), e a temperatura ótima para a fertilização está entre 18 °C e 24 °C (SCHEEREN, 1986). Temperaturas muito elevadas (>30 °C) e baixa UR do ar (<40%), ocorrendo na fase de meiose até a floração,

provocam inviabilidade dos grãos de pólen. O trigo é tolerante à geada durante a fase vegetativa, porém, é extremamente sensível a partir da floração até a maturação fisiológica dos grãos. Tipos de solo e épocas de semeadura indicados para Minas Gerais:

- trigo de sequeiro: de acordo com o Zoneamento Agrícola do MAPA (BRASIL, 2010a), é indicado o plantio em altitudes iguais ou superiores a 800 m, solos com mais de 35% de argila e profundidade igual ou superior a 50 cm, ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa) e profundidade superior a 50 cm. A época de semeadura é de 1º até 28 de fevereiro⁶ (Fig. 2);
- trigo irrigado: de acordo com o Zoneamento Agrícola do MAPA (BRASIL, 2010a), é indicado o

plantio em altitudes iguais ou superiores a 500 m, em solos com teor de argila entre 15% e 35% e menos de 70% de areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm; solos com mais de 35% de argila e profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa) e profundidade igual ou superior a 50 cm. A época de semeadura indicada é de 11 de abril a 31 de maio (Fig. 3). Cultivares mais suscetíveis à germinação na espiga ou de ciclo mais longo devem ser semeadas em abril. Na região Sul do Estado, ou onde há risco de geada, a semeadura deve ser efetuada no final da época indicada. Neste caso, também deve-se dar preferência às cultivares de ciclo mais curto e com maior tolerância à germinação na espiga, por causa do risco de ocorrer chuvas após atingida a maturação dos grãos até a colheita⁷;

- trigo em várzeas: indicado para várzeas com altitude mínima de 400 m e com boa drenagem. A época de semeadura indicada é a mesma do trigo irrigado, ou seja, de 11 de abril a 31 de maio. Onde há risco de ocorrer geada, a semeadura deve ser efetuada no final da época indicada ou até 15 de junho. Neste caso, deve-se dar preferência às cultivares de ciclo mais curto e com maior tolerância à germinação na espiga, por causa do risco de ocorrer chuvas depois de atingida a maturação dos grãos até o momento da colheita. Em várzeas, onde o pH do solo é de natureza ácida e com a presença de alumínio (Al³⁺) tóxico subsuperficial ou com

⁶Informações complementares e mais detalhadas sobre o zoneamento agrícola e semeadura de trigo sequeiro em Minas Gerais poderão ser obtidas na Portaria nº 385/2009 (BRASIL, 2009a).

⁷Informações complementares e mais detalhadas sobre o zoneamento agrícola e semeadura de trigo irrigado em Minas Gerais poderão ser obtidas na Portaria nº 391/2009 (BRASIL, 2009b).



Figura 2 - Lavoura comercial de trigo em condições de sequeiro em Madre de Deus de Minas, MG



Figura 3 - Área experimental de trigo irrigado em São Gotardo, MG

riscos de deficiência de umidade do solo, indicam-se as mesmas cultivares do cultivo de sequeiro, por serem mais tolerantes ao Al^{3+} tóxico do solo e ao estresse hídrico.

Cultivares

As cultivares de trigo indicadas para Minas Gerais estão apresentadas no Quadro 1. Uma característica importante a ser considerada na escolha das cultivares é a qualidade industrial de sua farinha. Isto interfere no preço e na aceitação pela indústria, na comercialização.

A Portaria nº 91, de 25 fevereiro de 2010 (BRASIL, 2010b), aprova o Regulamento Técnico do Trigo, quanto à qualidade industrial, que estabelece as classes de trigo (Quadro 2):

- trigo melhorador: usado para panificação, com alta força de glúten, e também para corrigir força de glúten de outras classes;
- trigo pão: usado para panificação e biscoitos fermentados;
- trigo para uso doméstico: adequado para farinhas de uso doméstico e biscoitos fermentados;
- trigo padrão: adequado para biscoitos doces e de outros tipos;

QUADRO 1 - Cultivares de trigo indicadas para Minas Gerais, de acordo com os obtentores, em 2010

Cultivar	Ciclo	Tipo de cultivo
BR 18 Terrena	P	Sequeiro
BRS 207	M	Irigado
BRS 210	M	Irigado
BRS 254	P	Irigado
BRS 264	P	Irigado
CD 105	P	Sequeiro/Irigado
CD 108	P	Irigado
CD 111	P/M	Sequeiro/Irigado
CD 113	P	Sequeiro/Irigado
CD 116	P	Sequeiro/Irigado
CD 117	P	Sequeiro/Irigado
CD 118	M	Irigado
CD 150	P	Irigado
Embrapa 22	P	Irigado
Embrapa 42	P	Irigado
IAC 24-Tucuruí	M	Irigado
IAC 350-Goiapá	M	Irigado
MGS Brillhante	P	Sequeiro
MGS1 Aliança	P	Sequeiro
⁽¹⁾ MGS2 Ágata	M	Sequeiro
UFVT1 Pioneiro	M	Sequeiro

FONTES: Reunião... (2010).

NOTA: Sequeiro - Altitudes acima de 800 m; Irrigado - Altitudes acima de 500 m.

P - Precoce; M - Médio.

(1) Trigo durum (*Triticum durum*), específico para a produção de macarrão.

e) trigo para outros usos: trigo com baixa força de glúten.

O Regulamento Técnico do Trigo estabelece quatro tipos de trigo, definidos em função do limite mínimo de peso do hectolitro e do número de queda ou *falling number* (medida indireta da concentração da enzima alfa-amilase), e dos limites máximos dos percentuais de matérias estranhas e impurezas (Quadro 3). Neste caso, também é proibida sua importação e entrada no País (BRASIL, 2010b).

Sementes

Deve ser dada preferência para sementes (Fig. 4) adquiridas de produtores registrados no MAPA, em vez de utilizar sementes-salvas, embora seu gasto possa chegar a até 20% do custo de produção no trigo de sequeiro e 12% no trigo irrigado. Com isso, evita-se a introdução de patógenos transmitidos via semente, principalmente as manchas foliares, ou helmintosporioses, e a brusone (FRONZA et al., 2007).

Preparo do solo

O sistema de semeadura convencional é mais utilizado no cultivo irrigado, principalmente quando o trigo é cultivado em sucessão a hortaliças, como alho, batata, cebola, cenoura ou tomate. Caso contrário, o sistema de semeadura direta é o mais indicado, principalmente visando redução de custos e ganho de tempo pela eliminação da operação de preparo do solo, além de contribuir para a diminuição das perdas de água do solo por evaporação, principalmente no cultivo de sequeiro. A inclusão do trigo em sistemas de produção que envolva a semeadura direta é altamente recomendável, pelo fato de o trigo produzir palha em grande quantidade e por esta ser de decomposição mais lenta e apresentar elevada relação carbono/nitrogênio (C/N) (FRONZA et al., 2007).

Calagem e adubação

Aplicar calcário na quantidade indicada pelo critério da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , levando

QUADRO 2 - Classes de trigo

Classes	Valor mínimo da força do glúten (10^{-4} J)	Valor mínimo de estabilidade (tempo em minutos)
Trigo melhorador	300	15,0
Trigo pão	220	10,0
Trigo para uso doméstico	180	7,0
Trigo padrão	160	5,0
Trigo para outros usos	Abaixo de 160	Abaixo de 5,0

FONTE: Brasil (2010b).

QUADRO 3 - Limites de tolerância admitidos por tipo

Tipo	Peso em hectolitro (valor mínimo)	Número de queda (em segundos)	Defeito (% máxima)				Total de defeitos
			Matéria estranha e impureza	Danificado por insetos	Danificado pelo calor, mofado e ardido	Chocho, triguilho e quebrado	
1	78	250	1,00	0,50	0,50	1,50	2,5
2	75	220	1,50	1,00	1,00	2,50	4,0
3	72	180	2,00	1,50	2,00	5,00	7,0
4	68	60	2,00	2,00	2,00	7,50	11,0

FONTE: Brasil (2010).



Figura 4 - Sementes da cultivar MGS Brillhante

William Brito

em consideração o valor de Y, variável em função do teor de argila do solo (0 a 15%= 1; 16 a 35%= 2; 36 a 60%= 3; >60%= 4), $X=2$ e $m_1=15\%$. Assim, a fórmula de cálculo é a seguinte:

$$NC = Y[Al^{3+} - (m_1 \cdot t/100)] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$$

Se o resultado de alguma das partes da equação der zero ou for negativo, desconsiderar esta parte no cálculo da necessidade de calagem. Se for utilizado o critério da saturação por bases $[NC = T(V_e - V_a)/100]$, considerar $V_e = 50\%$. Para ambos os métodos, após determinar a necessidade de calagem (t/ha), proceder à correção para o poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário a ser utilizado. Com relação à gessagem, há possibilidade de resposta à aplicação de gesso agrícola, se na análise de solo nas camadas de 20 a 40 cm e de 40 a 60 cm de profundidade, a saturação de Al for maior que 20% e/ou o teor de cálcio (Ca) menor que 0,5 cmol/dm³. Neste caso, as doses indicadas são de 700, 1.200, 2.000 e 3.200 kg/ha para solos de textura arenosa, média, argilosa e muito argilosa, respectivamente.

Para obtenção de produtividades elevadas com a cultura do trigo em solos de Cerrado, normalmente pobres em fósforo (P), indica-se a aplicação de uma adubação elevada desse nutriente (Quadro 4). Para isso adotam-se dois sistemas de correção: corretivo total com manutenção do nível atingido (Quadro 5) e corretivo gradual (Quadro 6). Para lavouras irrigadas, aplicar 20% a mais na quantidade de P indicada no Quadro 6, independentemente do teor de argila e da classe de disponibilidade de P no solo. Para o potássio (K), sugerem-se também duas opções: corretiva total aplicada a lanço; corretiva gradual feita no sulco de plantio (Quadro 7). Quando a lavoura for irrigada, aplicar 10 kg/ha de K₂O a mais, independentemente do teor de K extraído do solo. A adubação de manutenção dos

QUADRO 4 - Interpretação de análise de solo para fósforo (P) extraído pelo método Mehlich 1, de acordo com o teor de argila, para adubação fosfatada em sistemas agrícolas com culturas anuais de sequeiro em solos de Cerrado

Teor de argila (%)	Teor de P no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
	mg/dm ³				
≤ 15	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	> 25,0
16 a 35	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	10,1 a 20,0	> 20,0
36 a 60	0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
> 60	0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0

FONTE: Reunião... (2010).

QUADRO 5 - Indicação de adubação fosfatada corretiva total de acordo com a disponibilidade de fósforo (P) e com o teor de argila do solo, em sistemas agrícolas com culturas anuais de sequeiro em solos de Cerrado

Teor de argila (%)	Disponibilidade de P no solo		
	Muito baixa	Baixa	Média
	kg/ha de P ₂ O ₅		
≤ 15	60	30	15
16 a 35	100	50	25
36 a 60	200	100	50
> 60	280	140	70

FONTE: Reunião... (2010).

QUADRO 6 - Indicação de adubação fosfatada corretiva gradual em cinco anos de acordo com a disponibilidade de fósforo (P) e com o teor de argila do solo, em sistemas agrícolas com culturas anuais de sequeiro em solos de Cerrado

Teor de argila (%)	Disponibilidade de P no solo		
	Muito baixa	Baixa	Média
	kg/ha de P ₂ O ₅		
≤ 15	70	65	63
16 a 35	80	70	65
36 a 60	100	80	70
> 60	120	90	75

FONTE: Reunião... (2010).

níveis de P e K no solo é indicada, quando se usa integralmente a adubação corretiva total (Quadros 5 e 7) e dispensada, quando se utiliza a adubação corretiva gradual (Quadros 6 e 7). A adubação nitrogenada deve ser feita em duas etapas: 1ª etapa: na

semeadura - pelo menos 20 kg/ha de nitrogênio (N), e 2ª etapa: no perfilhamento - sequeiro: 20 a 40 kg/ha de N; - irrigado: até 80 kg/ha de N. Na 2ª etapa, aplicar aos 14 dias após a emergência das plântulas do trigo (REUNIÃO..., 2010).

QUADRO 7 - Interpretação da análise do solo e indicação (kg/ha de K_2O) de adubação corretiva de potássio (K) para culturas anuais, conforme a disponibilidade do nutriente em solos de Cerrado

Teor de K (g/dm ³)	Interpretação	Corretiva total	Corretiva gradual
%	CTC a pH 7,0 menor que 4,0 cmolc/dm ³		
≤ 15	Baixo	50	70
16 a 30	Médio	25	60
31 a 40	⁽¹⁾ Adequado	0	0
> 40	⁽²⁾ Alto	0	0
%	CTC a pH 7,0 igual ou maior que 4,0 cmolc/dm ³		
≤ 15	Baixo	100	80
16 a 35	Médio	50	60
36 a 60	⁽¹⁾ Adequado	0	0
> 60	⁽²⁾ Alto	0	0

FONTE: Reunião... (2010).

(1) Para solos com teores de K dentro dessa classe, indica adubação de manutenção de acordo com a expectativa de produção. (2) Para solos com teores de K dentro dessa classe, indica 50% da adubação de manutenção ou da extração de K esperada ou estimada com base na última safra

Espaçamento e densidade de plantio

O espaçamento normalmente usado para trigo é de 17 cm entrelinhas, podendo chegar ao máximo a 20 cm. Para o trigo de sequeiro a densidade indicada é de 350 a 450 sementes aptas por m². Em solos com boa fertilidade, sem Al trocável, devem-se usar 400 sementes aptas por m². Para o trigo irrigado, a densidade indicada é de 270 a 350 sementes aptas por m². A profundidade de semeadura deve ficar entre 2 e 5 cm. Deve-se dar preferência à semeadura em linha, por distribuir mais uniformemente as sementes e pela maior eficiência na utilização dos fertilizantes (REUNIÃO..., 2009).

Redutor de crescimento

O redutor de crescimento é indicado somente para cultivares com tendência ao acamamento, em solos de elevada fertilidade, principalmente em trigo irrigado. O produto Moddus (trinaxapaque-etílico) deve ser aplicado na fase de alongação da cultura (primeiro nó visível), na dose de 0,4 L/ha. O registro no MAPA para a região e o cadastro estadual desse produto devem ser consultados.

Irrigação

A quantidade de água necessária durante todo o ciclo da cultura do trigo com irrigação varia entre 400 e 500 mm. Os tensiômetros podem ser usados tanto para indicar o momento das irrigações, quanto para calcular a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação, uma vez que os valores de tensão refletem as variações de consumo de água nas diversas fases de desenvolvimento do trigo. Os resultados de pesquisa obtidos até a presente data indicam que o manejo da irrigação no trigo deve ser feito, conforme Fronza et al. (2007), da seguinte forma:

- após a semeadura deve-se aplicar uma lâmina d'água de 40 a 50 mm, dividida em três aplicações de, aproximadamente, 15 mm a cada dois dias, para garantir uma emergência uniforme e preencher com água o perfil de solo até, aproximadamente, 40 a 50 cm. Após a emergência deve-se proceder à instalação das baterias de tensiômetros e, em seguida, aplicar mais uma lâmina d'água de 15 mm. A partir dessa quarta irrigação, deve-se proceder, diariamente, às leituras de tensiômetros e irrigar sempre que a média das leituras dos

tensiômetros, instalados a 10 cm de profundidade, atingir valores de tensão de água no solo compatíveis com a expectativa de produtividade da lavoura. Usar a tensão de 60 kPa (=0,6 atmosfera = 0,6 bar = 600 cm de água = 456 mm Hg) para irrigar lavouras com potencial produtivo em torno de 5 mil kg/ha ou cultivares com tendência ao acamamento, e 40 kPa (0,4 atmosfera = 0,4 bar = 400 cm de água = 304 mm Hg), quando a expectativa de rendimento for superior a 6 mil kg/ha;

- para cada área irrigada, recomenda-se instalar, na linha de plantio, pelo menos duas baterias de tensiômetros, em duas profundidades (10 e 30 cm). As baterias de tensiômetros devem ser posicionadas, preferencialmente onde as irrigações serão sempre iniciadas e no tipo de solo representativo da área irrigada;
- os tensiômetros devem ser reabastecidos com água fria, destilada ou filtrada, e fervida, sempre que o nível de água no seu interior baixar mais que 2 cm. Nessa ocasião, possíveis bolhas de ar devem ser eliminadas do interior do tensiômetro;
- as irrigações devem ser feitas até quando mais de 50% das espigas estiverem com os grãos em estado de massa dura, ou seja, quando cedem à pressão da unha, sem se romperem.

Plantas daninhas

Pelo reduzido espaçamento entre as linhas, a cultura do trigo não apresenta grandes problemas com plantas daninhas. No caso de herbicidas de pós-emergência, a dose a ser utilizada dependerá da espécie e do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas, empregando-se as doses maiores para as plantas mais desenvolvidas. Já em pré-emergência devem-se observar a textura e o teor de matéria orgânica (MO) do solo, empregando-se as doses mais altas para os solos argilosos ou com alto teor de MO (FRONZA et al., 2007).

Pragas

As principais pragas do trigo em Minas Gerais são a lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) e as lagartas-do-trigo (*Pseudaletia* sp.), podendo também haver o ataque de lagarta-elasmos (*Elasmopalpus lignosellus*) ou lagarta-roscas (*Agrotis ipsilon*), no cultivo de sequeiro em anos com estiagem prolongada logo após a semeadura. Diferentes espécies de larvas de solo, como o coró-das-pastagens (*Diloboderus abderus*), o coró-do-trigo (*Phyllophaga triticophaga*) e o coró-do-milho (*Liogenys* sp.) também podem ocorrer. Além dessas pragas de campo, o trigo também pode ser atacado por pragas de grãos armazenados (*Cryptolestes ferrugineus*, *Plodia interpunctella*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais*, *Sitotroga cerealella* e *Tribolium castaneum*) (FRONZA et al., 2007).

Doenças

O oídio (*Erysiphe graminis tritici*), as helmintosporioses (mancha-marrom, causada por *Cochliobolus sativus*, a mancha-amarela, causada por *Drechslera tritici-repentis*), a brusone (*Magnaporthe grisea*) e a ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) são as principais doenças do trigo que ocorrem em Minas Gerais. Dentre estas doenças, o oídio é considerado importante apenas em trigo irrigado. Seu controle deve ser efetuado, quando a severidade atingir 20% ou quando 10% a 15% das plantas apresentarem folhas com oídio durante o estádio de perfilhamento. O uso de sementes de boa sanidade ou o tratamento de sementes com fungicidas em doses eficientes, associado à rotação de culturas, proporciona o retardamento do aparecimento dos fungos causadores de manchas foliares, mesmo em cultivares suscetíveis, de modo que, em algumas situações, o nível de dano econômico não é atingido. O controle deve ser iniciado, quando a severidade atingir o valor de 5% de área foliar necrosada ou quando a incidência de lesões maiores que 2 mm de comprimento corresponder a 80%, a partir

do perfilhamento. Dentre as medidas gerais de controle da brusone encontra-se o uso de sementes livres do fungo, pois a eficiência do controle químico em cultivares suscetíveis fica em torno de 50%. É uma doença de ocorrência esporádica, principalmente no cultivo irrigado, sendo favorecida por temperaturas elevadas. Por isso, é mais comum no cultivo de sequeiro, sempre que houver disponibilidade de inóculo, que pode estar presente em várias gramíneas hospedeiras. Na presença de condições favoráveis, a aplicação de fungicida deve ser feita de forma preventiva, no início do espigamento, complementada por mais uma, 10 a 12 dias após, se necessário. O controle das ferrugens deverá ser iniciado com o aparecimento das primeiras pústulas (traços a 5% de infecção, em 50% das plantas amostradas). Quando as primeiras pústulas da ferrugem da folha forem observadas somente no final do florescimento e no início da formação do grão, não é indicado o seu controle. A reaplicação dos fungicidas deverá ser realizada quando se observar aumento dos índices de infecção (FRONZA et al., 2007).

Colheita e secagem

O ponto de colheita é atingido quando as plantas apresentarem as folhas e as espigas secas e os grãos desprenderem-se com facilidade das espigas. A partir deste ponto, sugere-se o acompanhamento das previsões do tempo e, quando não houver risco de ocorrência de chuvas, deve-se aguardar que a umidade dos grãos no campo chegue a 13%, eliminando-se o processo de secagem. Caso contrário, a colheita pode ser feita quando os grãos estiverem com umidade de até 22%, procedendo-se à secagem imediatamente. Neste caso, a temperatura da massa de grãos não deve ultrapassar a 60 °C, o que é conseguido com temperaturas do ar de entrada em torno de 70 °C, tanto para sementes, quanto para grãos para moinhos (FRONZA et al., 2007).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola:** cultivares 2009/2010. Brasília, 2010a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/politica-agricola/zoneamento-agricola/cultivares-de-zoneamento-por-safra>>. Acesso em: 27 out. 2010.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 91, de 25 de fevereiro de 2010. [Projeto que aprova o Regulamento Técnico do Trigo]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 mar. 2010b. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2010.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural. Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário. Portaria nº 385, de 11 de dezembro de 2009. [Aprova o Zoneamento Agrícola para a cultura de trigo de sequeiro no estado de Minas Gerais, ano safra 2009/2010]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2009a. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 26 out. 2010.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural. Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário. Portaria nº 391, de 15 de dezembro de 2009. [Aprova o Zoneamento Agrícola para a cultura do trigo irrigado no estado de Minas Gerais, ano safra 2009/2010]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 dez. 2009b. Seção 1. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 26 out. 2010.
- FRONZA, V. Contribuição do melhoramento genético no agronegócio trigo no Brasil. **SBMP Notícias**, Viçosa, MG, n.5, 2005. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/arquivos/SBMPnoticias5.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.
- _____. et al. Trigo (*Triticum aestivum*, L.). In: PAULA JUNIOR, T.J. de; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas:** manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 751-762.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Dados do agronegócio: produção agrícola - trigo. Belo Horizonte, [2010]. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/dados_do_agronegocio/trigo>. Acesso em 2 mar. 2010.

MINAS Gerais sugere criação de pólo de produção tríticola no Brasil Central. **Infor-**

mativo Comtrigo, Belo Horizonte, n.36, p.1, abr. 2008.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 3., 2009, VERANÓPOLIS. **Informações técnicas para o trigo e triticale** - safra 2010. Porto Alegre: FEPAGRO; Veranópolis: ASAV; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 176 p.

SCHEEREN, PL. **Informações sobre o trigo (*Triticum spp.*)**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 2).

SOUZA, M.A. **Controle genético e resposta ao estresse de calor de cultivares de trigo**. 1999. 152p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Jornal **agronegócio** 5 anos **NEGÓCIO** informação e resultados



“O AgroNegócio de Minas em suas mãos”.

Leia - assine - acesse

www.jornalagronegocio.com.br

Seja um assinante ligue - 31. 3484-2430

Importância do uso de sementes na agricultura do Cerrado mineiro

Fábio Aurélio Dias Martins¹

Bruno Sérgio Vieira²

Everaldo Antonio Lopes³

Aurinelza Batista Teixeira Condé⁴

Resumo - A semente, como insumo agrícola, teve importância crucial na história da humanidade. O emprego de sementes de alta qualidade é essencial para formar o estande adequado de plantas no campo, propiciar a produtividade esperada para a cultura e garantir a boa sanidade das plantas. É por meio da semente que os avanços genéticos chegam ao campo, tais como: maior produtividade, resistência a várias doenças e pragas, tolerância à seca ou ao calor, melhoria na qualidade nutricional, entre outros.

Palavras-chave: Insumo. Rastreamento. Qualidade sanitária.

INTRODUÇÃO

Na história da humanidade, a semente, como insumo agrícola, teve importância crucial, sendo fator preponderante para que se passasse da vida nômade de caçador para a vida de agricultor. Supõe-se que isso deva ter ocorrido há cerca de 10 mil anos, quando o homem compreendeu a relação semente-planta-semente dos grãos, usados no consumo ao lado dos alimentos de origem animal (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983).

É importante entender o que é uma semente:

material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura. (BRASIL, 2003).

Esta é a definição oficial que está na Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dis-

põe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2003) constituindo, portanto, a máxima regulamentação sobre o setor sementeiro no Brasil.

A produtividade das culturas agrícolas depende de diversos fatores, como, por exemplo, chuva, temperatura, material de plantio, aplicação de defensivos, tratamentos culturais, ataque de pragas e patógenos. Dentre esses fatores, o emprego de sementes de alta qualidade é essencial para a formação do estande adequado de plantas no campo e, conseqüentemente, propiciar a produtividade esperada para a cultura (DEL GIUDICE et al., 1998), além de garantir a boa sanidade das plantas.

Ao adquirir uma semente, o agricultor brasileiro não pode considerar isto como custo e sim como investimento. Ao comprá-la, está adquirindo tecnologia de ponta que, dependendo da espécie agrícola, levou décadas para ser gerada.

É por meio da semente que chegam ao campo os avanços genéticos, tais como: maior produtividade, resistência a várias doenças e pragas, tolerância à seca ou ao calor, melhoria na qualidade nutricional, entre outros. Esses avanços são estratégicos, para que o Brasil possa manter o seu desenvolvimento agrícola e, assim, ocupar no cenário mundial a posição de celeiro do mundo (KRZYŻANOWSKI, 2009). O profissional do agronegócio, no entanto, deve ter uma perspectiva mais ampla sobre o que é e o que representa a semente, e qual a importância de seu uso na agricultura moderna. Nesta análise, a palavra semente não designa apenas e tão somente a estrutura reprodutiva botânica e sim um insumo qualificado, que é veículo de tecnologia obtida pela pesquisa agropecuária em todo o mundo, em mais de um século de desenvolvimento.

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., *Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000, Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: fabio.aurelio@epamig.br*

²Eng^o Agr^o, D.Sc., *Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: bruno@unipam.edu.br*

³Eng^o Agr^o, D.Sc., *Prof. Adj. UFV, Caixa Postal 22, CEP 38810-000 Rio Paranaíba-MG. Correio eletrônico: everaldolopes@ufv.br*

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., *Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: aurinelza@epamig.br*

A semente possui atributos de qualidades genética, física, fisiológica e sanitária, o que lhe confere a garantia de um elevado desempenho agrônomico, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; ITENNING, 2010). A semente, em suma, deve estar viva e sã, e os lotes onde é apresentada devem estar puros. Portanto, ao semear, espera-se que a semente germine com sanidade e apresente fielmente as características inerentes à espécie e à cultivar. Qualquer resultado diferente, considerando as margens legais de tolerância, implica em aceitar o fato de que o material utilizado não é semente, na sua mais ampla concepção.

O Brasil tem uma forte indústria de semente, bem distribuída em seu território e que conta com o apoio das instituições de pesquisa e universidades, na geração de tecnologias e formação de pessoal. Isto é patrimônio construído ao longo dos últimos 40 anos. A associação dos Programas de Melhoramento Genético com a indústria brasileira de sementes e com os agricultores empreendedores resultou no *boom* da agricultura brasileira e não se deve permitir que isso retroceda (KRZYZANOWSKI, 2009).

O objetivo deste trabalho é apresentar os principais aspectos legais do uso de sementes e a importância da sua qualidade sanitária para o sucesso do agricultor.

ASPECTOS LEGAIS

Hoje, o Brasil conta com a institucionalização de um Sistema Nacional de Sementes e Mudas, disposto na Lei nº 10.711, de 5/8/2003 (BRASIL, 2003), regulamentada pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004 (BRASIL, 2004a). Toda a normatização sobre o setor está disposta em diversas instruções normativas alicerçadas por legislações básicas.

A atualização da legislação é de grande importância, pois padroniza, em âmbito nacional, a cadeia produtiva, além de trazer conceitos e procedimentos que valorizam a rastreabilidade da produção de sementes e o uso do insumo.

Esses processos são organizados e estabelecidos por meio do Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), que regulamenta todos os processos da área, certificando os diferentes atores da cadeia produtiva de sementes, para que, de maneira organizada, exerçam suas atividades. O negócio de sementes no Brasil envolve cerca de 5.500 profissionais da iniciativa privada, registrados no Renasem, os quais atuam nos laboratórios de análise de sementes, na produção e no beneficiamento de sementes, na assistência técnica, no controle interno de qualidade e na pesquisa (PESKE, 2010).

É estabelecido também, por essa legislação, que as sementes devem pertencer a determinadas categorias, que podem ser certificadas ou não. As categorias são hierarquizadas e, a partir de uma categoria superior, é possível obter, por multiplicação, sementes de qualquer uma das categorias inferiores subsequentes. O processo inverso, entretanto, não é permitido.

Categorias de sementes:

a) sementes genéticas: material em quantidade menor, obtido diretamente do melhorista. As sementes genéticas só podem ser produzidas pela entidade obtentora, e são garantidas pelo Atestado de Origem Genética;

b) categorias certificadas:

- semente básica: multiplicada apenas pelo obtentor designado no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Dá origem a todas as classes subsequentes, é material de elevado valor agregado e que se presta a retroalimentar a cadeia produtiva,

- sementes certificadas de primeira e segunda geração (C1 e C2): são submetidas a processo de certificação, que pode ser realizado pela própria entidade multiplicadora (desde que esteja credenciada no Renasem para tal finalidade) ou por terceiros (entidades certifi-

cadoras cadastradas no Renasem como prestadores de serviço de certificação),

- sementes não certificadas de primeira e segunda geração (S1 e S2): não passam por processo de certificação, são utilizadas de maneira geral por produtores de grãos e possuem menor valor agregado. Entretanto, possuem padrões a ser seguidos e, também, devem ter seus campos de produção devidamente registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005 (BRASIL, 2005a), aprova as normas para produção, comercialização e utilização de sementes, e seus respectivos anexos. Trata-se de um documento que estabelece, na prática, todos os procedimentos relacionados com as atividades ligadas ao universo sementeiro. Traz as conceituações práticas, os procedimentos legais de produção, comercialização e utilização, além de conter em seus anexos modelos de formulários, certificados e atestados.

Outro importante documento é a Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005b), a qual estabelece normas específicas e padrões de identidade e qualidade, para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, azevém, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trevo-vermelho, trigo, trigo-duro, triticale e feijão-caupi, constantes em seus Anexos I a XIV. As espécies citadas são cereais largamente cultivados no Cerrado mineiro.

As normas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 25 de 16/12/2005 (BRASIL, 2005b), dizem respeito aos padrões de qualidade dos campos de produção das espécies mencionadas, bem como os padrões de qualidade que os lotes de sementes devem possuir para ser classificados como sementes aprovadas dentro das diferentes categorias, certificadas ou não.

GERMINAÇÃO DA SEMENTE

Quando um técnico recomenda que seja utilizada semente, vislumbrando implantação de lavouras com sucesso, esta precisa atender a diferentes aspectos exigidos por lei para ser comercializada. O primeiro é a germinação, que passa pela formação de uma plântula normal, em condições de se estabelecer corretamente, garantindo o estande da lavoura de acordo com o planejado.

Levando em consideração a correta aplicação das técnicas de produção exigidas pela legislação, dentro de condições adequadas de obtenção, em campos devidamente registrados e fiscalizados, apenas o uso de sementes legais pode garantir que o agricultor tenha acesso a um material de eficiente germinação, fator preponderante para o sucesso econômico da lavoura. É obrigação de produtores idôneos apresentarem um produto que atenda às normas de exigência legal, que confira, portanto, confiança e possibilite seu uso. Dentro desses preceitos apenas sementes legais apresentam a correta garantia de germinação adequada. Esta característica está disponível para cada cultura no lote de sementes comercializado. Cabe ressaltar que a germinação mínima padrão varia de espécie para espécie e dentro da mesma espécie, dependendo da categoria na qual a semente se encaixa. Esta situação reflete que as peculiaridades são respeitadas e que a legislação busca estar em sintonia com a realidade técnica da cultura.

PUREZA DA SEMENTE

Um lote de sementes, segundo a Instrução Normativa nº 25, de 16/12/2005 (BRASIL, 2005b), deve-se apresentar em condições adequadas de pureza, que pode ser definida de duas formas, pureza genética ou varietal e pureza física. A utilização de sementes legais implica na garantia de que o lote a ser semeado apresenta segurança quanto ao que é plantado e em que condições o material será apresentado para utilização.

A pureza genética é aquela que garante que as características inerentes à espécie e à respectiva cultivar estarão presentes. O ciclo médio, a resistência ou a tolerância a patógenos e pragas, as características morfológicas de plantas, as flores e frutos que, em conjunto com as características do ambiente, onde será realizado o cultivo, irão possibilitar uma resposta fenotípica que atenda à expectativa inicial do agricultor que adquiriu o lote de sementes.

Atualmente, com a crescente inserção no mercado de sementes de cultivares que contam com eventos transgênicos, os chamados organismos geneticamente modificados (OGM), cresce em importância a utilização de sementes legais, pois em todos os aspectos deve ser maior o rigor com a pureza genética dos lotes de sementes desses materiais. Passa a ser relevante não só a garantia de que os materiais tragam realmente aquilo que é oferecido ao agricultor, mas que não ocorram equívocos de posicionamento, podendo afetar a durabilidade dessas tecnologias de difícil obtenção, e, por consequência elevam o custo de aquisição da semente. Além disso, é preciso garantir que não exista presença de OGM em lotes de sementes convencionais, sob pena de inviabilizar o cultivo destas, ou mesmo desvalorizar o produto obtido nas lavouras, onde se pretende cultivar materiais convencionais.

A pureza física, não menos importante, atesta que o lote está livre ou possui nível tolerado de elementos indesejáveis, tais como, material inerte (pedras, torrões, galhos, etc.), além de garantir que não sejam aportados à lavoura sementes de plantas daninhas, sejam as nocivas toleradas, sejam as proibidas.

A garantia da pureza física assegura que máquinas e equipamentos de semeadura estão livres de danos ocasionados pela presença de elementos físicos indesejáveis. Assegura também que não haverá transtornos pelo aporte excessivo de plantas daninhas pela semente, o que pode ocasionar elevação de custos de produção e até inviabilidade do campo de produção. Fica

provado, então, que o custo de utilizar uma semente legal será diluído nas vantagens econômicas trazidas pela segurança de sua utilização.

PROCEDÊNCIA – RASTREABILIDADE

A procedência é garantida pelo princípio básico da rastreabilidade, no qual está embasada toda a legislação. Esta foi feita para garantir que se cumpram todas as etapas regulamentares, desde a inscrição do campo de produção de sementes, e se tenha total controle sobre a origem do material que está sendo adquirido. Por exemplo, um produtor que está comprando uma semente da categoria S2, pode ter acesso aos registros do MAPA e saber qual foi todo o processo de origem dessa semente, onde e por quem foram cultivadas as sementes de categorias superiores, que deram origem ao campo desta semente.

É grande a importância desse princípio da rastreabilidade, o qual gera confiança na ação dos entes envolvidos na produção de sementes. Ainda garante a transparência do processo e é o principal alicerce para a confiabilidade de todo o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças.

Enfim, pode-se facilmente inferir que seja mais barato e certamente mais eficiente adquirir sementes legais de produtores idôneos, que são capacitados e capitalizados para produzir. A garantia se estabelece justamente na rastreabilidade, já que não se justifica produzir a própria semente apenas por conhecer sua procedência.

TECNOLOGIA EMBARCADA – AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS DO MELHORAMENTO

É por meio da semente que os avanços genéticos chegam ao campo. O Brasil é líder, no mundo, quanto à tecnologia de ponta para a agricultura tropical. Veja o exemplo da soja, em que os melhoristas brasileiros tropicalizaram a espécie e, hoje, semeiam soja quase na linha do equador, no paralelo 2º sul (KRZYZANOWSKI, 2009).

Toda tecnologia que a semente carrega permite que se faça a comparação deste insumo com um chip de computador. É um insumo simples, com objetivos específicos bem diretos, entretanto, é resultado de trabalho de anos de pesquisa, quer seja do melhoramento clássico, quer seja das mais modernas técnicas da biotecnologia. É complicado avaliar o custo efetivo do desenvolvimento de uma cultivar, desde a concepção do programa de melhoramento até a multiplicação das sementes comerciais.

Ressalta então, a olhos vistos, a capacidade que as sementes têm de transferir tecnologia desenvolvida por anos a fio, com investimentos públicos e privados de grande vulto, cumprindo o objetivo de dar acesso ao produtor a novas tecnologias.

Podem-se destacar, quanto ao resultado obtido pelo melhoramento clássico, novas cultivares mais modernas, produtivas e resistentes de arroz, feijão, mamona, variedades e híbridos de milho e sorgo, mamona, girassol dentre outras. O melhoramento assistido pela biologia molecular apresentou a soja Roundup Ready (RR) resistente ao glifosato, as cultivares de algodão e milho tolerantes a insetos, dentre outras tecnologias muito promissoras, com genes que possibilitarão a resistência de cultivares diversas a moléculas herbicidas, diferentes pragas e até resistência a déficit hídrico na lavoura.

O acesso a tais tecnologias só é garantido pela aquisição de sementes legais que é o único caminho para alcançar esses avanços.

IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES

Não é raro constatar que a qualidade sanitária das sementes tem sido negligenciada no Brasil, desde as etapas de produção das sementes no campo até a comercialização final (GOULART, 1997). Esta menor importância, por vezes atribuída à qualidade sanitária, não se justifica, pois 90% das principais culturas utilizadas para

alimentação em todo o mundo são propagadas por sementes e, praticamente, todas podem transportar patógenos por meio do material de plantio (NEERGAARD, 1979).

As perdas estimadas decorrentes do ataque de doenças em plantas no Brasil cujos agentes causais são transmitidos por sementes, são da ordem de 10% a 20%, o que corresponde a uma redução de 8 a 16 milhões de toneladas de grãos por ano. Nos Estados Unidos, as perdas anuais ultrapassam a 5 bilhões de dólares (GOULART, 1997).

As sementes podem permitir a sobrevivência de patógenos por longos períodos (Quadro 1) e é um dos meios mais eficientes de disseminação de doenças, considerando que é por meio dela que os patógenos podem ser transportados a grandes distâncias e introduzidos em novas áreas de cultivo (NEERGAARD, 1979; TUIE; FOSTER, 1979; LUCA FILHO, 1987; FERNANDES; OLIVEIRA, 1997).

Além disso, outros prejuízos podem advir da interação patógeno-sementes, tais como (MACHADO, 1994):

- redução do poder germinativo e nível de vigor das sementes;
- introdução aleatória e precoce de focos primários de infecção em

áreas de cultivo;

- acúmulo de inóculo em áreas de cultivo;
- aumento de custos para o controle de doenças já estabelecidas na área de cultivo;
- formação de sementes anormais (descoloração/deformação);
- redução quantitativa de produção (menor número e peso de sementes);
- deterioração de sementes durante o período de armazenamento;
- meio de perpetuação de doenças, de geração a geração.

Outro agravante na associação de microrganismos com as sementes (ou grãos) é a produção de toxinas. Em se tratando do milho, determinado lote de sementes pode ser rejeitado por algum motivo e acaba sendo destinado à alimentação animal. No entanto, alguns fungos que são responsáveis pela deterioração das sementes podem produzir micotoxinas que causam sérias consequências aos animais, a exemplo da aflatoxina (produzida por *Aspergillus flavus*), ocratoxina A (*A. ochraceus*), zearalenona e desonivalenol (*Fusarium graminearum*) e a fumonisina (*F. verticillioides*) (SIMPÓSIO SOBRE

QUADRO 1 - Longevidade de alguns patógenos em sementes armazenadas

Patógeno	Hospedeiro	Longevidade máxima do inóculo (anos)
<i>Alternaria brassicicola</i>	Brássicas	8
<i>Ascochyta pisi</i>	Ervilha	7
<i>Colletotrichum gossypii</i>	Algodão	13,5
<i>Pyricularia grisea</i>	Arroz	4
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Diversos	7
<i>Tilletia caries</i>	Trigo	18
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>	Algodão	4,5
Bean common mosaic virus	Feijão	30
Soil-borne wheat mosaic virus	Trigo	3
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	Arroz	3
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Aveia	8

FONTE: Dados básicos: Machado (1994).

MICOTOXINAS EM GRÃOS, 1999; SCUSSEL, 2000; SANTIN, 2001). Os sintomas de micotoxicoses diferem em função da micotoxina consumida e da espécie do animal infectado (frangos, galinhas, patos, perus, suínos, ovinos, bovinos e equinos). Podem causar desde diarreias, diminuição de consumo de alimento com redução de ganho de peso, vômitos, irritação dermal e oral, até quadros crônicos mais graves como potencial carcinogênico em fígado, rins e a morte do animal (MUNKVOLD; DESJARDINS, 1997; SCUSSEL, 2000). Além disso, essas micotoxinas ainda podem interferir negativamente na germina-

ção das sementes de milho (PINTO, 1998).

O alto teor de umidade das sementes na colheita e a temperatura da massa de sementes contribuem para o rápido desenvolvimento dos fungos de armazenamento, principalmente os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Sementes armazenadas com umidade inicial de 12% a 13%, em base úmida, e sob temperatura abaixo de 25 °C estão praticamente livres da deterioração por fungos de armazenamento (PINTO, 1998). Na prevenção contra fungos de armazenamento, é necessário evitar danos mecânicos às sementes, realizar a pré-limpeza dos lotes, evitar silos ou armazéns

infestados por insetos, evitar lotes de sementes infestados ou infectados por fungos e manter baixa a umidade das sementes e a temperatura da massa de sementes (PINTO, 1998).

Os diversos agentes microbianos, associados às sementes, podem ser agrupados em organismos de campo, onde predominam espécies fitopatogênicas, e organismos de armazenamento, com pequeno número de espécies que deterioram as sementes nesta fase. No Quadro 2, estão apresentados os principais patógenos associados às sementes de milho, feijão e soja, culturas importantes para o agronegócio

QUADRO 2 - Patógenos transportados por sementes de feijão, milho e soja e seus respectivos métodos de detecção

Cultura	Patógenos	Método de detecção
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	<i>Bean common mosaic virus</i> (BCMV)	Teste biológico; ELISA; RT-PCR
	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	<i>Blotter test</i> ; rolo de papel
	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	PCR; extração e plaqueamento em meio semisseletivo (CNS)
	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>phaseoli</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Fusarium solani</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Pseudocercospora griseola</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Blotter test</i> ; inspeção visual; rolo de papel; incubação em meio Neon
Milho (<i>Zea mays</i>)	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	PCR; extração e plaqueamento em meio semisseletivo (XCP1 ou MT)
	<i>Acremonium strictum</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Colletotrichum graminicola</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Dreschlera turcica</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Fusarium sub-glutinans</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Fusarium verticillioides</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Stenocarpella macrospora</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Stenocarpella maydis</i>	<i>Blotter test</i>
Soja (<i>Glycine max</i>)	<i>Cercospora kikuchii</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Fusarium semitectum</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Heterodera glycines</i>	Peneiramento a seco; flutuação + peneiramento
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Peronospora manshurica</i>	Inspeção visual; exame de suspensão de lavagem das sementes
	<i>Phomopsis sojae</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Blotter test</i>
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Blotter test</i> ; inspeção visual; rolo de papel; incubação em meio Neon

FONTE: Brasil (2009).

brasileiro, especialmente em condições de Cerrado. De forma geral, os fungos englobam o maior número de espécies associadas às sementes, seguidos pelas bactérias, com um número expressivo de representantes, e os vírus e nematoides, em menor número (BRASIL, 2009).

Os microrganismos podem ser transportados em um dado lote de sementes por três formas distintas, conforme descrevem Neergaard (1979), Dhingra (2005) e Brasil (2009):

- a) em mistura com as sementes (contaminação concomitante): o patógeno está associado à fração impura do lote, na forma de propágulos (esporos, escleródios, clamidósporos, micélio dormente e corpos de frutificação de fungos; ovos e cistos de nematoides; células bacterianas e partículas virais) ou dentro de partes de tecidos de plantas infectados (sementes de plantas daninhas, fragmentos de plantas e partículas de solo). Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo-branco, e cistos de *Heterodera glycines*, nematoide-de-cisto, em mistura com sementes de soja, são exemplos relevantes dessa forma de transporte;
- b) aderidos à superfície das sementes: seja no tegumento das sementes verdadeiras ou no pericarpo das sementes funcionais. A presença de uma crosta branca de oósporos de *Peronospora manshurica* em sementes de soja, causador do míldio, é um exemplo;
- c) internamente nas sementes: em estruturas superficiais ou mais internas, inclusive no embrião. Essa é a forma de interação e transporte mais comum entre os agentes transmitidos por sementes, principalmente para bactérias e vírus.

Conceitualmente são adotados os termos “contaminação ou infestação”, para designar a presença de patógenos locali-

zados externamente às sementes, enquanto que a localização do patógeno em tecidos internos das sementes é tida como infecção. Embora esta distinção seja importante para o entendimento das diversas formas de interação entre os patógenos e as sementes, um mesmo organismo pode encontrar-se associado a determinado lote de sementes sob mais de uma das formas mencionadas (DHINGRA, 2005). O agente causal da antracnose do feijoeiro, *Colletotrichum lindemuthianum*, pode ser encontrado internamente e na superfície de sementes de feijão e ainda em restos vegetais em mistura com a semente, como, por exemplo, em pedaços de vagens infectadas. Por sua vez, *S. sclerotiorum* pode ser encontrado contaminando e infectando o mesmo lote de sementes, na forma de escleródios ou micélio interno, respectivamente.

As sementes podem ser infectadas por vários patógenos, desde a sua formação, durante o seu desenvolvimento e também após a colheita, no armazenamento. As associações dos microrganismos com sementes no campo dependem de fatores ambientais e do ataque de pragas e patógenos na época do seu enchimento, maturação fisiológica e colheita (PINTO, 1998). No caso do milho, por exemplo, quanto maior o tempo decorrido entre a maturidade fisiológica das sementes e a colheita, maiores serão os danos causados por fungos, principalmente quando a colheita for precedida de períodos chuvosos (PINTO, 2005).

Entretanto, a disseminação de patógenos via sementes não assegura a transmissão para as plântulas, embora as chances sejam maiores do que na disseminação por outros meios. Ainda que ocorra o contato direto entre o patógeno e o hospedeiro suscetível, a transmissão do patógeno da semente infestada ou contaminada é determinada por muitos fatores, dentre eles (DHINGRA, 2005):

- a) quantidade de inóculo: embora apenas um propágulo possa teoricamente produzir uma plântula infectada,

na prática, são necessários vários deles para produzir a doença;

- b) localização do inóculo: quanto mais profunda a infecção por patógenos nos tecidos da semente, maiores são as chances de ser produzida uma plântula infectada. No entanto, pode ocorrer a transmissão do inóculo externo, caso as condições ambientais sejam favoráveis, principalmente em decorrência da temperatura do solo na época do plantio. Em temperatura de 20 °C, o inóculo externo de *Alternaria brassicicola* não contribuiu para a produção de plântulas de repolho doentes; porém, os inóculos externo e interno tiveram papel similar a 30 °C (BASSEY; GABRIELSON, 1983);
- c) ambiente favorável ao patógeno: a temperatura e a umidade do solo, individualmente ou em conjunto, são os principais fatores ambientais relacionados com a transmissão de patógenos das sementes para as plântulas. O atraso na emergência das plântulas, o favorecimento do crescimento dos patógenos, a germinação de fungos ou ativação de bactérias e nematoides são apenas alguns dos fatores que podem ser influenciados pela temperatura e pela umidade do solo.

É importante entender como os patógenos associados às sementes transmitem doenças para a parte aérea (caule e folhas) e para o sistema radicular das plântulas recém-emergidas e, potencialmente, podem iniciar uma epidemia no campo. Para ilustrar tal evento, tem-se como exemplo a cultura do milho. Durante o processo de germinação da semente, o micélio do fungo, que se encontra no pericarpo ou no endosperma, reassume o seu crescimento. Os patógenos respondem a estímulos ambientais, principalmente ao aumento da umidade. Durante o armazenamento, a semente contém 12% a 13% de umidade, em condições adequadas. Neste caso, tanto

o patógeno como a semente encontram-se dormentes. Uma vez no solo, a semente é hidratada ao entrar em contato com a água do solo. Neste momento, o micélio reassume sua atividade vital e passa a crescer do interior para a superfície da semente. Ao crescer sobre a semente, o fungo acaba alcançando o coleóptilo (tecido vegetal tubular que envolve a plúmula ou primeira folha) e as raízes em desenvolvimento (seminais). Os fungos que infectam raízes, como *Fusarium graminearum* passam a colonizar as raízes seminais, podendo causar podridão, levando a plântula à morte. Aqueles que parasitam órgãos aéreos (*Exserohilum maydis*, *Dreschlera turcica* e *Colletotrichum graminicola*, por exemplo) crescem no coleóptilo e atingem a superfície do solo. A primeira folha ou plúmula, emergida do coleóptilo, poderá apresentar lesões no limbo foliar incitadas pelos referidos patógenos. Os propágulos dos fungos (esporos e micélio) produzidos nestes tecidos jovens da plântula podem ser disseminados pelo vento e respingos de chuva para novos sítios de infecção, como folhas da própria planta ou de plantas vizinhas, iniciando, dessa forma, uma epidemia no campo (REIS; CASA, 1998).

Diante da importância da associação de patógenos com as sementes, é fundamental que padrões de qualidade sejam determinados, para que os possíveis prejuízos advindos dessa interação sejam evitados. Entende-se como padrão sanitário, ou nível de tolerância, a intensidade de uma doença no campo de produção de sementes ou o índice de ocorrência de um patógeno nas sementes, acima dos quais as perdas causadas pelo uso do lote são inaceitáveis. Tais índices devem ser determinados regionalmente, em função de fatores climáticos, técnicas de cultivo, objetivos do programa, dentre outros (MACHADO; POZZA, 2005).

A adoção de padrões de qualidade é necessária, tanto em campos de cultivo quanto em sementes colhidas. Em condições de campo, níveis de tolerância são estabelecidos para determinadas doenças

de impacto econômico cujos agentes são transmitidos das plantas para as sementes. Na fase de pós-colheita, os níveis são estabelecidos para certos patógenos, considerados de risco, que podem ser transportados e/ou transmitidos às progêneses (MACHADO; POZZA, 2005). Para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais, por exemplo, os padrões de lavoura e de sementes colhidas determinam tolerância zero quanto à incidência de *Sclerotinia sclerotiorum*, em função dos prejuízos que o patógeno pode causar, sua dificuldade de controle e capacidade de sobrevivência no solo na forma de escleródio.

Se os padrões de campo podem ser basicamente realizados por inspeção visual da lavoura, a avaliação da qualidade sanitária das sementes colhidas deve ser por meio de procedimentos laboratoriais. Entretanto, se é notório que se precisa dar mais atenção à qualidade sanitária das sementes, torna-se indispensável suprir a atual carência de laboratórios preparados e credenciados, para a execução dos testes de sanidade de sementes.

O método rotineiramente utilizado em laboratório, para verificar a sanidade de sementes, é o de incubação de sementes em substrato de papel de filtro, comumente conhecido como *blotter test* (BRASIL, 2009). A partir desse teste é possível identificar e quantificar os fungos que estão infectando ou infestando externamente as sementes. Esse método destina-se exclusivamente à detecção de fungos. A maioria dos patógenos comumente transportados por sementes de milho, feijão e soja, por exemplo, podem ser detectados por meio desse método, embora algumas variações sejam necessárias em função da cultura ou do patógeno (Quadro 2).

No entanto, é crescente o interesse e o desenvolvimento de novas técnicas ou combinações de técnicas com o objetivo de auxiliarem na identificação e na caracterização de inúmeros patógenos em vários níveis taxonômicos, com destaque para métodos moleculares e bioquímicos (BARROCAS et al., 2009). Aos interessa-

dos em mais informações sobre métodos de detecção de patógenos em sementes é recomendável consultar o Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009).

Em suma, a análise sanitária na produção de sementes tem os seguintes aspectos que merecem destaque (PARIZZI, 2002):

- a) quarentenário: evita a introdução do patógeno em área de expansão agrícola. A bactéria *Pantoea stewartii*, causadora da murcha-bacteriana do milho, é um exemplo de um patógeno de importância quarentenária para o Brasil e que pode ser introduzido por meio de sementes infectadas;
- b) tratamento químico: se necessário, o lote de sementes deve ser tratado com fungicida(s) específico(s). De forma geral, é recomendável tratar as sementes com fungicidas antes do plantio, principalmente no plantio direto. O tratamento com fungicidas visa à proteção ou à erradicação dos fungos presentes nas sementes ou protegem-nas contra fungos de solo, como as espécies dos gêneros *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Fusarium* (Quadro 3). Tais fungos provocam tombamento em plântulas recém-emergidas e, conseqüentemente, perda de estande;
- c) plantabilidade: maximiza o estande da cultura por meio da utilização de sementes sadias ou tratadas com fungicidas eficazes;
- d) armazenabilidade: permite monitorar a qualidade sanitária do lote de sementes, definindo sua imediata semeadura ou não;
- e) eficiência agrônômica dos fungicidas: permite avaliar o efeito do desempenho do tratamento fungicida das sementes;
- f) serviço de certificação de sementes: aceitação ou recusa de lotes de sementes com base nos limites máximos de tolerância dos patógenos.

QUADRO 3 - Alguns fungicidas registrados para o tratamento de sementes de feijão, milho e soja

Produto comercial	Ingrediente ativo (grupo químico)	Principais fungos que controlam (cultura)
Anchor SC	Carboxina (Carboxanilida) + Tiram (Dimetilditiocarbamato)	<i>Alternaria</i> spp. (F), <i>Rhizoctonia solani</i> (F), <i>Macrophomina phaseolina</i> (F), <i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (F), <i>Cladosporium</i> spp. (F), <i>Fusarium pallidoroseum</i> (S), <i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>sojae</i> (S), <i>Phoma</i> spp. (S), <i>Colletotrichum truncatum</i> (S), <i>Cercospora sojina</i> (S), <i>Cercospora kikuchii</i> (S)
Captan 750 TS	Captana (Dicarboximida)	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> (F), <i>R. solani</i> (F, S), <i>Pythium</i> spp. (M), <i>Colletotrichum graminicola</i> (M), <i>Stenocarpella maydis</i> (M), <i>Fusarium moniliforme</i> (M), <i>Fusarium solani</i> (S), <i>Colletotrichum dematium</i> (S), <i>Phomopsis sojae</i> (S)
Derosal 500 SC	Carbendazim (Benzimidazol)	<i>F. pallidoroseum</i> (F, S), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>D. phaseolorum</i> var. <i>sojae</i> (S), <i>Microsphaera diffusa</i> (S), <i>R. solani</i> (S), <i>Septoria glycines</i> (S), <i>C. truncatum</i> (S), <i>C. sojina</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S)
Derosal Plus	Carbendazim + Tiram	<i>R. solani</i> (S), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>Bipolaris maydis</i> (M), <i>Penicillium oxalicum</i> (M), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>Aspergillus flavus</i> (M), <i>C. dematium</i> (S), <i>Diaporthe phaseolorum</i> f.sp. <i>meridionalis</i> (S), <i>F. pallidoroseum</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>P. sojae</i> (S)
Euparen M 500 WP	Tolifluanida (Fenilsulfamida)	<i>Aspergillus</i> spp. (F, M, S), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>Penicillium</i> spp. (M, F e S), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>D. phaseolorum</i> var. <i>sojae</i> (S), <i>C. dematium</i> (S)
Maxim	Fludioxonil (Fenilpirrol)	<i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (F), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>M. phaseolina</i> (F, S), <i>R. solani</i> (F, S), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>C. sojina</i> (S)
Maxim XL	Fludioxonil + Metalaxil-M (Acilalaninato)	<i>R. solani</i> (F, S), <i>Penicillium</i> spp. (F, S), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>Pythium aphanidermatum</i> (M), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>C. truncatum</i> (S), <i>F. pallidoroseum</i> (S), <i>P. sojae</i> (S)
Sementiran 500 SC	Tiram	<i>R. solani</i> (M), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>Pythium</i> spp. (M), <i>P. sojae</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>F. solani</i> (S), <i>Fusarium oxysporum</i> (S)
Spectro	Difenoconazol (Triazol)	<i>F. solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (F), <i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>M. phaseolina</i> (F), <i>R. solani</i> (F, S), <i>C. sojina</i> (S), <i>F. solani</i> (S)
Standak Top	Fipronil (Pirazol) + Piraclostrobina (Estrobilurina) + Tiofanato Metílico (Benzimidazol)	<i>Aspergillus flavus</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>P. sojae</i> (S), <i>D. phaseolorum</i> var. <i>sojae</i> (S), <i>Fusarium semitectum</i> (S), <i>C. dematium</i> (S)
Thiram 480 TS	Tiram	<i>F. moniliforme</i> (M), <i>Acremonium strictum</i> (M), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>C. dematium</i> (S), <i>P. sojae</i> (S)
Vitavax-Thiram 200 SC	Carboxina + Tiram	<i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (F), <i>M. phaseolina</i> (F), <i>R. solani</i> (F), <i>A. strictum</i> (M), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>C. truncatum</i> (S), <i>Corynespora cassicola</i> (S), <i>C. sojina</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>P. sojae</i> (S), <i>S. glycines</i> (S), <i>Pythium</i> spp. (S)
Vitavax-Thiram WP	Carboxina + Tiram	<i>C. lindemuthianum</i> (F), <i>F. solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (F), <i>M. phaseolina</i> (F), <i>R. solani</i> (F, S), <i>A. strictum</i> (M), <i>F. moniliforme</i> (M), <i>C. dematium</i> (S), <i>C. truncatum</i> (S), <i>S. rolfsii</i> (S), <i>C. cassicola</i> (S), <i>C. sojina</i> (S), <i>C. kikuchii</i> (S), <i>P. sojae</i> (S), <i>S. glycines</i> (S), <i>Pythium</i> spp. (S), <i>D. phaseolorum</i> var. <i>sojae</i> (S)

FONTE: Brasil (2010).

NOTA: F - Feijão; M - Milho; S - Soja.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de sementes de elevada qualidade sanitária é uma medida para controlar doenças que têm gerado excelentes resultados. A preocupação com a sanidade das sementes deve começar no campo, onde são produzidas, passar pelo armazenamento adequado e finalizar no momento do plantio, com o agricultor certificando que suas sementes estão isentas de patógenos ou que o tratamento do material de plantio será eficiente para a formação do estande desejado de plantas (PINTO, 2005).

REFERÊNCIAS

- BARROCAS, E.N. et al. Uso de técnicas moleculares para diagnose de patógenos em sementes. **Informe Agropecuário**. Biotecnologia, Belo Horizonte, v.30, n.253, p.24-32, nov./dez. 2009.
- BASSEY, E.O.; GABRIELSON, R.L. The effects of humidity, seed infection level, temperature and nutrient stress on cabbage seedling disease caused by *Alternaria brassicicola*. **Seed Science and Technology**, v.11, p.403-410, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, [2010]. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 1 out. 2010.
- _____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, 2009. 200p.
- _____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jul. 2004a.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 6 ago. 2003.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005. [Normas para produção, comercialização e utilização de sementes]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jun. 2005a.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. [Normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 dez. 2005b.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- DEL GIÚDICE, M.P. et al. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas**. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.20, n.2, p.245-262, 1998.
- DHINGRA, O.D. Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.11-75.
- FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. de. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 80p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 26).
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1/2, p.37-38, 2010.
- GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 11).
- KRZYZANOWSKI, F.C. Semente não é custo e sim investimento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.19, n.1, p.6-8, 2009.
- LUCA FILHO, O.A. Testes de sanidade de sementes de milho. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. da. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.430-440.
- MACHADO, J.C. Padrões de tolerância de patógenos associados à sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.229-263, 1994.
- _____.; POZZA, E. A. Razões e procedimentos para o estabelecimento de padrões de tolerância a patógenos em sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.375-398.
- MUNKVOLD, G.P.; DESJARDINS, A.E. Fumonins in maize: can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, v.81, n.6, p.556-565, June 1997.
- NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London: McMillan, 1979. 839p.
- PARIZZI, P. Situação atual dos trabalhos do Grupo Técnico Permanente em Sanidades de Sementes – GTPSS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 7., 2002, Sete Lagoas. **Resumos e palestras...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p.177-182.
- PESKE, S.T. Qualificação de pessoal na área de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1/2, p.20-21, 2010.
- PINTO, N.F.J.A. Análise sanitária na produção de sementes de grandes culturas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: UFV, 2005, p.295-332.
- _____. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 44p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 29).
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. 85p.
- SANTIN, J.A. **Fungos de pré e pós-colheita e a qualidade de grãos de milho**. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- SCUSSEL, V.M. (Ed.). **Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos**. Florianópolis: Insular, 2000. 382p.
- SIMPÓSIO SOBRE MICOTOXINAS EM GRÃOS, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill: Fundação ABC, 1999. 199p.
- TUITE, J.; FOSTER, G.H. Control of storage diseases of grain. **Annual Review of Phytopathology**, v.17, p.343-346, 1979.

Alumínio em plantas cultivadas no Cerrado: adaptação e toxidez

*Evandro Binotto Fagan*¹
*Alex Teixeira Andrade*²
*Fábio Aurélio Dias Martins*³
*Carlos Henrique Eiterer de Souza*⁴
*Derblai Casaroli*⁵
*Walquíria Fernanda Teixeira*⁶

Resumo - O alumínio (Al) ocasiona fitotoxicidade na maioria das plantas que se desenvolvem nos solos de Cerrado. As plantas submetidas a esse nutriente apresentam várias alterações morfofisiológicas, que repercutem no seu crescimento e desenvolvimento. Algumas espécies conseguem tolerar a toxidez de Al por meio de mecanismos de proteção, como exsudação de compostos orgânicos e complexação. Já as espécies não tolerantes sofrem alterações metabólicas que conduzem a planta à morte. Porém, ainda são necessários conhecimentos que permitam a caracterização desses efeitos em plantas de Cerrado, uma vez que estas são submetidas constantemente a elevadas concentrações de Al.

Palavras-chave: Exsudação radicular. Acidez. Senescência. Mogno.

INTRODUÇÃO

A expansão da fronteira agrícola aconteceu com a ocupação do Cerrado, na década de 1970. Esta expansão ocorreu pela incorporação de novas áreas e de investimento em ciência e tecnologia, que propiciou aumento de produtividade e de integração de terras consideradas menos férteis, como é o caso de grande parte da região do Cerrado. Os investimentos em ciência e tecnologia estão ligados principalmente à mecanização, à seleção de cultivares, ao desenvolvimento de defen-

sivos agrícolas e à melhoria na fertilidade do solo (calagem, adubação, conservação do solo, etc.).

O Cerrado ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares, sendo 80 milhões de hectares sob diferentes usos da terra. Desse total, 26,5% e 10,5% são ocupados com pastagens cultivadas e culturas agrícolas, respectivamente (SANO et al., 2008).

A região do Cerrado brasileiro caracteriza-se por possuir solos com elevado grau de intemperização e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), com sítios de troca

ocupados, principalmente, por íons hidrogênio (H^+) e alumínio (Al^{3+}), possuindo, portanto, alta saturação de Al e baixo pH (REICHARDT, 1981).

A maioria dos solos de Cerrado é ácida, com pH que permite a ocorrência do Al na forma trivalente Al^{3+} . Muitas plantas, especialmente as cultivadas, são sensíveis à presença de concentração de Al^{3+} , mesmo que pequena. Nessas condições, as plantas cultivadas e as plantas nativas podem sofrer inibição no crescimento. Contudo, espécies nativas podem utilizar estratégias

¹Eng^o Agr^o, D. Sc., Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: evbinotto@yahoo.com.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-970 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: alex.andrade@epamig.br

³Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: fabio.aurelio@epamig.br

⁴Eng^o Agr^o, Doutorando, Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: carloshenrique@unipam.edu.br

⁵Eng^o Agr^o, Pós-Doc, Prof. Adj. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) - Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias, Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: derblai@unipam.edu.br

⁶Graduanda Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: walquiria.bio@hotmail.com

de exclusão ou de absorção sem nenhum efeito prejudicial para seu crescimento vegetativo, reprodução ou suas funções metabólicas (HARIDASAN, 1988).

O Al^{3+} , presente na solução do solo, provoca inibição da expansão da raiz e, posteriormente, redução e engrossamento do sistema radicular da planta (TAYLOR, 1988), resultando em menor absorção de nutrientes e água pelo menor volume de solo explorado. A disponibilidade de nutrientes está relacionada com o pH do solo. Em solos ácidos, com pH baixo (<5,5), há menor disponibilidade de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P). Tais restrições prejudicam o desenvolvimento normal das plantas, afetando sua capacidade produtiva.

EFEITO DO ALUMÍNIO EM PLANTAS

A toxidez de Al em plantas é um dos principais fatores que limitam o crescimento de plantas em solos ácidos. Este tipo de solo, de acordo com Pereira et al. (2008), ocupa cerca de 50% da área arável no mundo. Os solos de Cerrado são caracterizados por possuir elevada acidez, deficiência de P, Ca, Mg, além de teores elevados de Al e manganês (Mn) (OLMOS; CAMARGO, 1976).

Em experimento conduzido em Uberaba, MG, em um Latossolo Vermelho, textura muito argilosa, com quatro anos de plantio direto e saturação de Al com 5% e 23%, houve redução de 47,18%; 39,70%; 36,21%; 21,9%; 8,6% e 6,71% na produtividade dos híbridos de milho P 3071, Z 8474, Exceller, DINA 652, BR 3123 e AG 122, respectivamente, com o aumento da saturação do Al no solo. Para o híbrido C 333 não houve redução da produtividade (PRADO, 2001).

Em níveis tóxicos na solução do solo, o Al^{3+} interfere na movimentação do P, Ca, Mg e molibdênio (Mo) (OLMOS; CAMARGO, 1976). Em trabalho realizado por Freitas et al. (2006), em cultivo hidropônico, com tratamentos com Al, de genótipos de arroz, foi observada significativa redução da absorção dos macronutrientes

P, Mg, Ca e potássio (K). A deficiência ocorre porque o Al induz a deposição de calose nos canais plasmodesmáticos, inibindo fisicamente o transporte simplástico (SIVAGURU et al., 2000).

Braccini et al. (1998), na cultura do café, observaram que o Al reduziu significativamente o conteúdo de P da parte aérea e das raízes, sendo as reduções mais acentuadas na parte aérea. Os genótipos sensíveis apresentaram, em média, 53,6% de redução no conteúdo de P da parte aérea e 33,6% na raiz, enquanto os tolerantes mostraram percentual de redução de 36,6% e 8,8%, respectivamente.

Para genótipos de sorgo sensíveis e tolerantes ao Al, características de absorção de nutrientes, tais como influxo nas raízes, transporte de nutrientes para parte aérea e inibição na absorção, permitiram uma boa discriminação, tendo os genótipos sensíveis apresentado, em média, 80% de redução na absorção de P e os tolerantes 23% (BALIGAR et al., 1993).

O Al^{3+} também ocasiona diminuição na divisão celular, no crescimento de raízes e da parte aérea. Portanto, altas doses de Al^{3+} no solo podem intensificar os efeitos do déficit hídrico, à medida que diminui a eficiência de absorção de água e nutrientes da planta e, conseqüentemente, a atividade de enzimas antioxidantes (peroxidase, superoxidase dismutase, catalase) e de assimilação de nutrientes, especialmente a nitrato redutase (NR) (LEA, 1997), podendo causar decréscimos significativos nas taxas de trocas gasosas da planta, o que repercute diretamente no crescimento.

Sendo assim, plantas que frequentemente enfrentam situações de déficit hídrico apresentam menor tolerância, quando mantidas em solos com elevados teores de Al. Tal comportamento indica a necessidade da correção de acidez do solo, não apenas com intuito de maximizar a absorção de nutrientes, mas também a absorção de água.

O Al também possui efeitos prejudiciais sobre moléculas de ácidos nucleicos, principalmente por modificar a confor-

mação espacial da dupla hélice, pelas interações com as cargas residuais dos grupamentos fosfato. O Al pode ainda promover alterações na permeabilidade da membrana plasmática por alterações na fluidez e na densidade do empacotamento dos fosfolípidos, aumento na síntese de lignina, prejudicando o processo de alongação celular, inibição da absorção de oxigênio (O_2) nos ápices radiculares por interferência no fluxo de elétrons na mitocôndria e pelos danos ao fotossistema II, reduzindo a taxa fotossintética (JONES; KOCHIAN, 1995).

O efeito do Al na divisão celular e na formação de raízes laterais está relacionado com o aumento na rigidez da parede celular por substituição do Al pelas pectinas, redução na replicação do ácido desoxirribonucleico (DNA) e na atividade enzimática, diminuição da deposição de polissacarídeos na parede celular e do transporte e produção de citocininas. Além disso, o Al^{3+} modifica a estrutura e a função da membrana plasmática, reduz a absorção de água e interfere na absorção de transporte de vários nutrientes essenciais (MARSCHNER, 2008).

Em várias culturas é possível verificar o efeito do Al no crescimento radicular. Delhaize e Ryan (1995) avaliaram o efeito do Al sobre o desenvolvimento de raízes de duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.), uma sensível à presença de Al e outra tolerante, e observaram que o Al afetou o crescimento de raízes da cultivar sensível a esse elemento (Fig. 1).

Em espécies perenes, o Al também ocasiona efeitos no desenvolvimento da parte aérea e da raiz. Dantas et al. (2001) avaliaram o efeito do Al no desenvolvimento do sistema radicular (Fig. 2) e da parte aérea (Fig. 3), de porta-enxerto de macieira (*Malus* sp.), em somaclones de macieira, cultivar M.9 em substrato sem Al e com Al ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), na dose de 7 mg/L. Esses autores observaram uma diminuição do crescimento radicular nas plantas submetidas a substrato que apresentou Al.

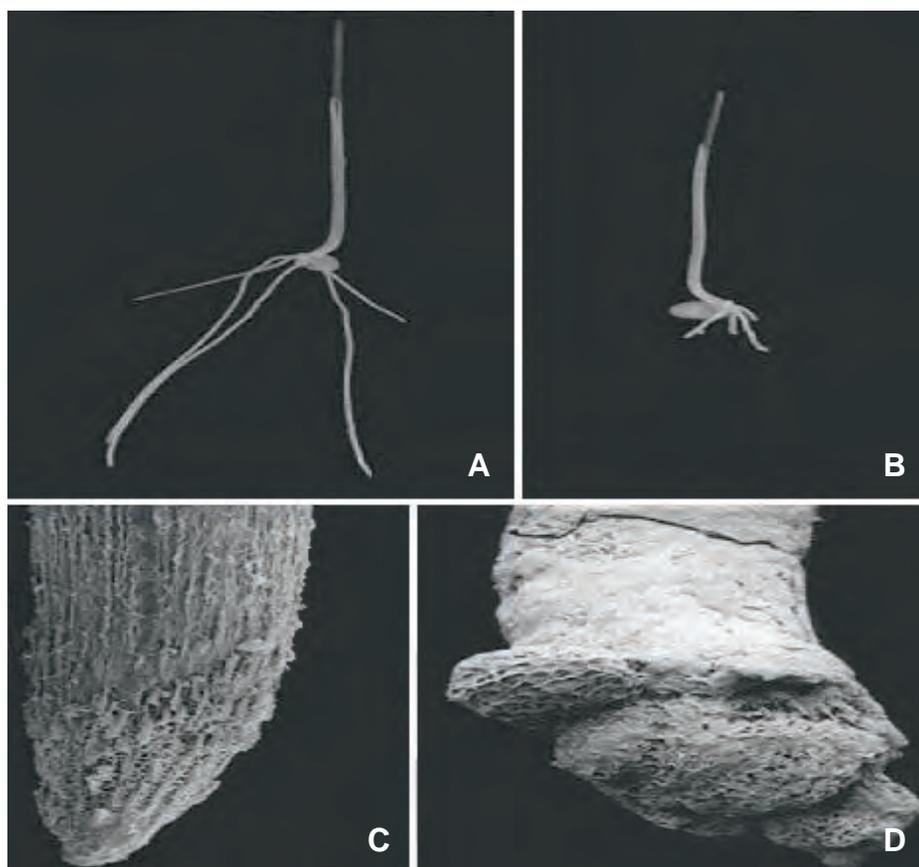


Figura 1 - Efeito do alumínio ($AlCl_3$) no crescimento radicular em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.)

FONTE: Delhaize e Ryan (1995).

NOTA: A - Plantas tolerantes ao Al; B - Plantas sensíveis ao Al; C - Plantas tolerantes ao Al (ápice de raízes); D - Plantas sensíveis ao Al (ápice de raízes).

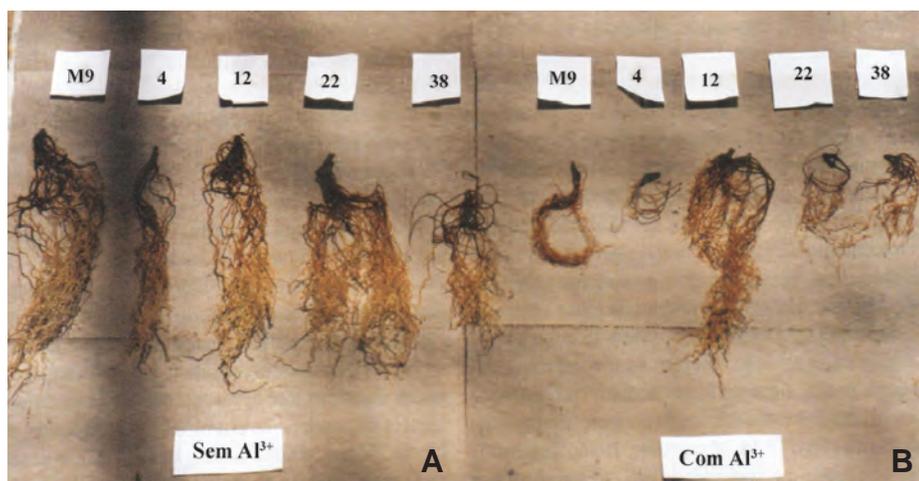


Figura 2 - Efeito do alumínio (Al) no crescimento radicular em cinco somaclones de macieira cultivar M.9 (M.9, 4, 12, 22 e 38)

FONTE: Dantas et al. (2001).

Outro sintoma da toxicidade de Al detectado por Dantas et al. (2001), no sistema radicular de macieira, foi o aumento

do número de raízes laterais. De acordo com esses autores, é provável que o efeito tóxico do Al na destruição das células

meristemáticas da raiz principal tenha alterado a produção de hormônios que controlam o crescimento da parte apical. Um dos seus principais efeitos na parte aérea foi o encurtamento dos internódios, resultando em altura média menor, como mostrado na Figura 3. As plantas-controle, em geral, tiveram melhor crescimento que aquelas com a presença do Al.

No entanto, em pequenas concentrações no solo, o Al é benéfico às plantas, diminuindo a toxidez de P, cobre (Cu) e zinco (Zn) (MA; RYAN; DELHAIZE, 2001; MARSCHNER, 2008). Pequenas quantidades de Al^{3+} (0,25 a 0,30 mg/L) podem aumentar a solubilidade e disponibilidade de ferro (Fe), além de proporcionar o bloqueio de cargas negativas presentes na parede celular, promovendo a absorção de P (MARSCHNER, 2008).

Algumas espécies são incapazes de desenvolver na ausência de Al, como é o caso de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) (Fig. 4) e *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) (Fig. 5), duas espécies lenhosas do Cerrado (WATANABE; OSAKI; TADANO, 2001). A espécie *M. albicans* mantida em concentrações de 10 mg/L de Al (Fig.4) – concentração que inibe o crescimento da maioria das plantas cultivadas – apresenta um desenvolvimento mais adequado, quando comparada em solos ausentes em Al (HARISADAN, 2008). A espécie *Vochysia thyrsoidea* também é considerada tolerante ao Al, sendo que, em concentrações de até 20 mg/L, o crescimento dessa espécie é mais acentuado (Fig. 5).

Segundo Goodland (1971), o Al é responsável pelo escleromorfismo em plantas nativas do Cerrado (Fig. 6). Esse comportamento normalmente ocorre nas famílias Vochysiaceae e Melastomataceae. O escleromorfismo é conhecido como caules tortuosos pela grande quantidade de óxidos de Fe e Al acumulados nas células caulinares.

Para as espécies florestais do Hemisfério Norte, tem sido verificado que os sintomas de toxidez somente ocorrem em concentrações acima de 10,0 mg/L de Al.



Figura 3 - Efeito do alumínio (Al) no crescimento de parte aérea em cinco somaclones de macieira cultivar M.9 (38, 25, 22, 12, 4 e M.9)

FONTE: Dantas et al. (2001).

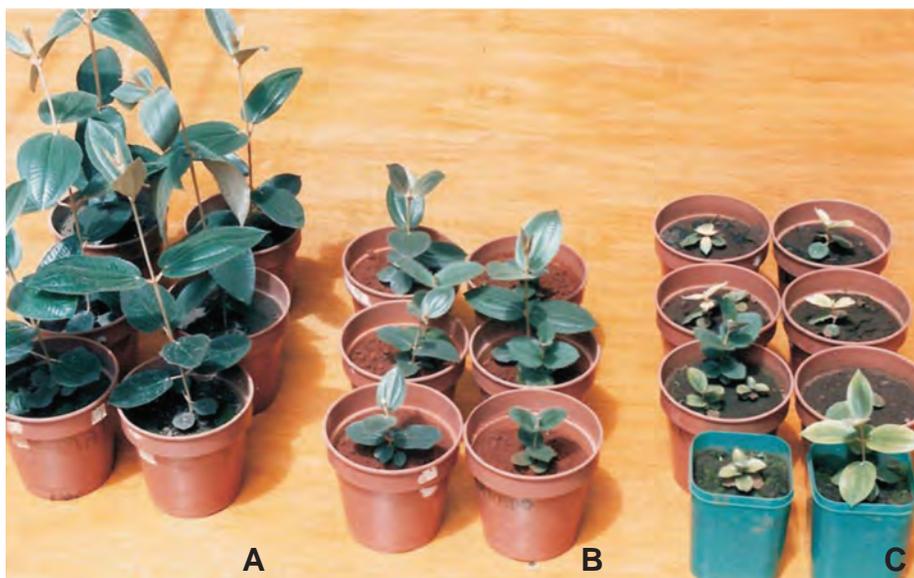


Figura 4 - Crescimento de plantas de micônia (*Miconia albicans* Sw.)

FONTE: Harisadan (2008).

NOTA: A - Solo com alta concentração de alumínio; B - Solo com baixa concentração de alumínio; C - Solo sem alumínio.

Em trabalho realizado por Schier (1985), foram observados efeitos negativos no crescimento de *Picea rubens* e *Abies balsamea* somente em concentrações superiores a 50,0 mg/L de Al. Keltjens e Loenen (1989) verificaram que, na presença de 30,0 mg/L de Al, não houve redução de crescimento e de produção de matéria seca (MS) em *Betula pendula* e *Pinus silvestris*, enquanto que, nas espécies *Larix decidua* e *Quercus robur*, houve um estímulo na produção de MS na presença de Al em solução nutritiva.

Alguns benefícios também podem ser verificados em espécies cultivadas. Trabalhos realizados por Fageria e Zimmermann (1979) e Fageria, Baligar e Wright (1989), com arroz (*Oryza sativa*), mostraram que algumas cultivares produziram maior quantidade de MS sob 10 mg/L de Al. De acordo com esses autores, uma possível explicação é o aumento da disponibilidade de Fe no meio de crescimento, resultando na hidrólise de Al e pH mais baixo. Thawornwong e Diest (1974) e Howeler e Cadavid (1976) mostraram que o desenvolvimento do arroz foi estimulado na presença de baixas concentrações de Al em solução nutritiva. Isso mostra que, em arroz, uma pequena quantidade de Al é necessária para o desenvolvimento da planta.

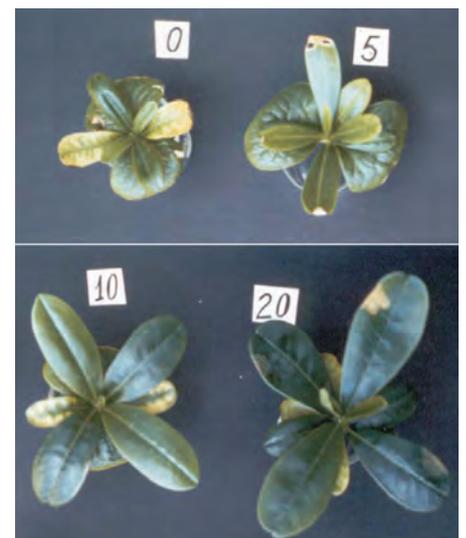


Figura 5 - Crescimento e desenvolvimento de *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) nas doses de 0; 5; 10 e 20 mg de Al/L

FONTE: Harisadan (2008).



Figura 6 - Caules retorcidos pela ação do alumínio (escleromorfismo)

FONTE: Melo (2003).

NOTA: A - Pau terra (*Qualea grandiflora*); B - Caviúna do Cerrado (*Dalbergia miscolobium*).

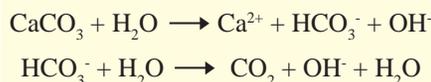
NEUTRALIZAÇÃO DA ACIDEZ E ALUMÍNIO NA CAMADA SUPERFICIAL

Um dos grandes benefícios para expansão da agropecuária no Cerrado brasileiro foi a utilização do calcário, com a finalidade de neutralizar a acidez desses solos. O calcário, os silicatos e os resíduos vegetais liberam hidroxilas (OH^-), capazes de neutralizar os prótons (H^+) e Al^{3+} presentes na solução do solo.

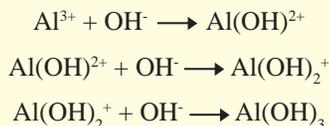
Calagem

É a utilização do calcário agrícola na camada de 0-20 cm de profundidade, com objetivo de neutralizar o Al^{3+} e fornecer Ca e Mg. O uso de calcário traz benefícios inestimáveis à agricultura, dentre os quais destacam-se melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos, redução da toxicidade de alguns elementos minerais, influência na disponibilidade de nutrientes para a planta e na eliminação de elementos nocivos (NAHASS; SEVERINO, 2009). O calcário agrícola engloba vários produtos derivados, como: calcário calcinado, cal virgem, cal hidratada, etc. Após a aplicação do calcário no solo, o

ânion CO_3^{-2} (base forte) é o principal responsável pela hidrólise da água e formação do íon OH^- , que irá neutralizar a acidez ativa (H^+) do solo, conforme as seguintes expressões:



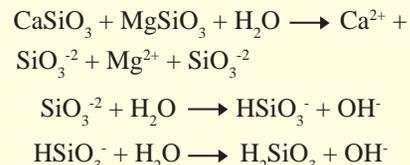
O Al é totalmente precipitado, quando o pH do solo atinge valores em torno de 5,5, de acordo com as seguintes expressões:



Silicatos

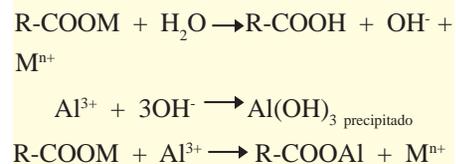
Os silicatos de Ca e Mg são corretivos de acidez ao efeito que apresenta a base SiO_3^{-2} , como agente neutralizante da acidez (ALCARDE, 1992). Mas nem todos os silicatos possuem eficiência na correção da acidez do solo, dependendo principalmente da reação alcalina. Segundo Alcarde (1992), a reação de neutralização da acidez

do solo por silicatos pode ser resumida nas seguintes expressões:

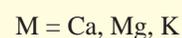


Resíduos vegetais

A redução da toxicidade de Al por ácidos orgânicos de resíduos vegetais ocorre por duas reações químicas: hidrólise, pelo aumento de pH, e complexação, por ácidos orgânicos (MIYAZAWA; FRANCHINI; PAVAN, 2000) exemplificado pelas seguintes expressões:

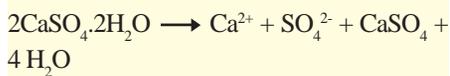


em que:



Gesso

O gesso não possui íons capazes de neutralizar o H^+ no solo. Entretanto, em solos ácidos, pode diminuir a toxicidade do Al para as plantas, reduzindo a atividade do Al na solução do solo pelo aumento da quantidade de Ca^{2+} e SO_4^{2-} , e por percolação no perfil do solo. O incremento do teor de Ca^{2+} em profundidade aumenta a relação Ca:Al, o que resulta numa melhoria do ambiente radicular pela diminuição da atividade do Al (LIMA; VITTI; ZONTA, 2009). As reações do gesso no solo são apresentadas a seguir de forma resumida:



A aplicação de calcário na superfície do solo não soluciona os problemas de acidez nas camadas inferiores. E a calagem em grandes profundidades, geralmente não é possível por apresentar problemas técnicos e econômicos. Por essas razões, o uso de cultivares tolerantes ao Al torna-se a estratégia mais efetiva para a produção de culturas economicamente importantes em solos ácidos (FOY, 1974).

MECANISMO DE TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO

Os mecanismos de tolerância ao Al podem ser divididos em duas classes principais: aqueles que atuam impedindo a entrada do Al pela raiz e aqueles em que a planta acumula o Al em locais específicos (HARTWIG et al., 2007), como pode ser observado na Figura 7.

Algumas espécies podem tolerar o excesso de Al no solo por meio de mecanismos como exsudação de ácidos orgânicos (Fig. 8), fitodisposição e desintoxicação interna que segue dois padrões. No padrão I, o Al entra na célula da planta, ativa a produção de ácidos orgânicos que é exsudado pela planta e complexa o Al no solo. Já no padrão II, o Al, que é absorvido pela célula, penetra no núcleo, onde ativa o gene a produzir uma proteína que metaboliza a produção de ácidos orgânicos, por exem-

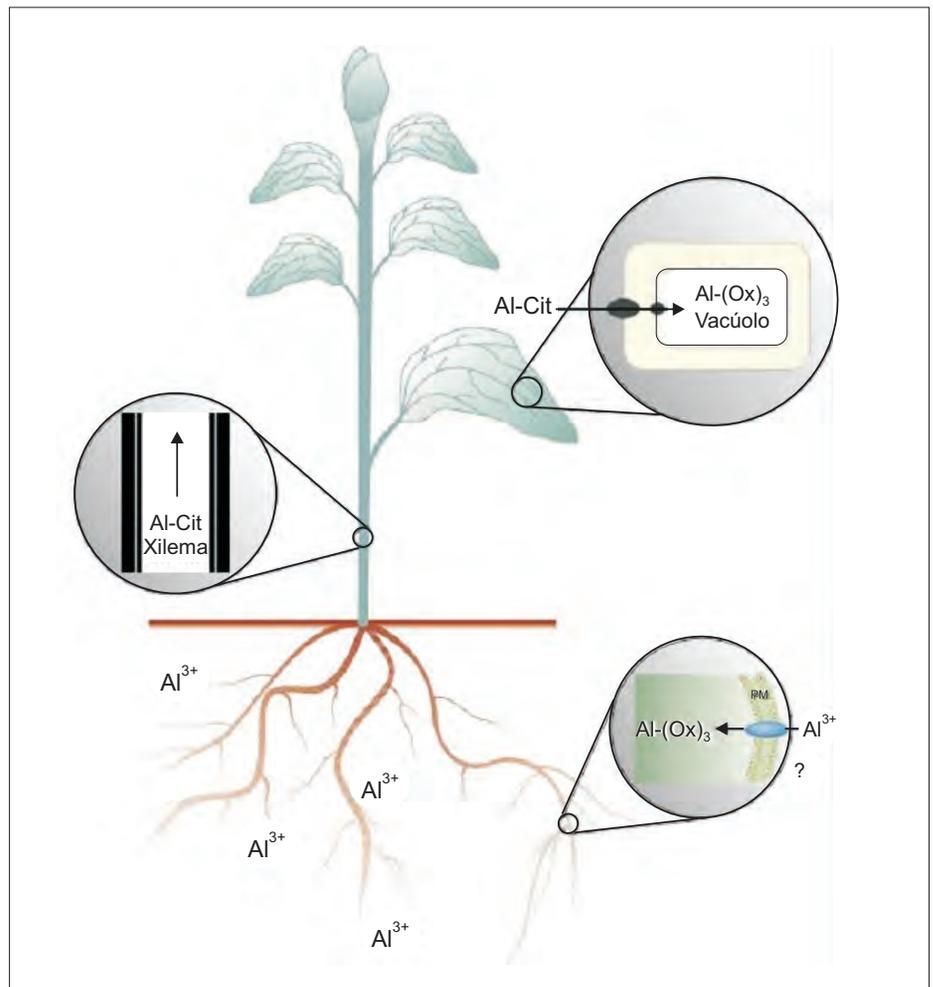


Figura 7 - Absorção radicular e transporte de alumínio, conjugado com citrato (Al-Cit), no xilema, e na forma de óxidos nos vacúolos de células radiculares e foliares

FONTE: Ma, Ryan e Delhaize (2001).

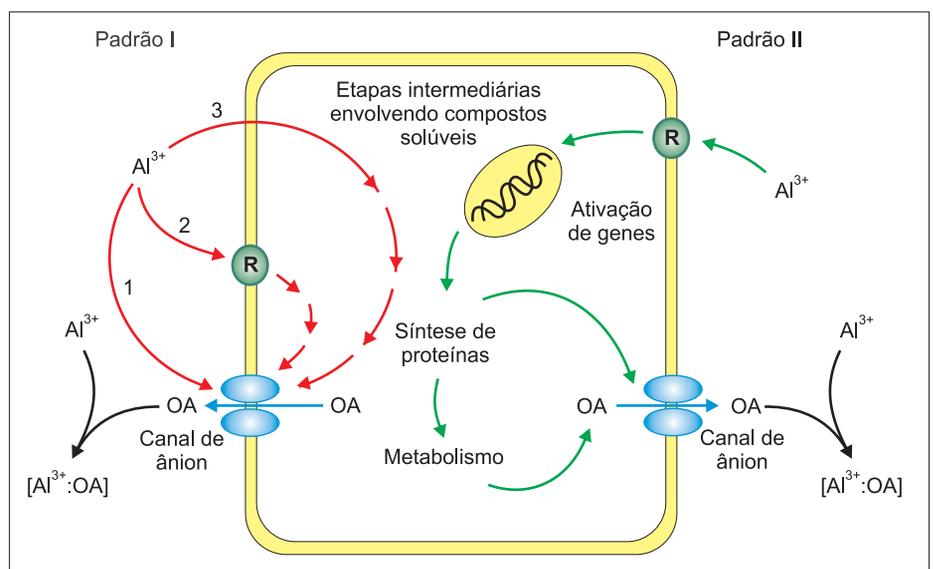


Figura 8 - Padrões de desintoxicação de plantas ao alumínio

FONTE: Ma, Ryan e Delhaize (2001).

NOTA: R - Receptor; AO - Oxaloacetato.

plo: malato, oxalato e citrato, esse será exsudado pela planta e irá complexar o Al no solo (MA; RYAN; DELHAIZE, 2001).

A utilização de compostos orgânicos para complexar o Al é descrito por Ma, Ryan e Delhaize (2001) (Fig. 8) como um mecanismo eficiente para evitar a toxidez de Al em plantas.

Cançado et al. (1998) encontraram na variedade de milho CMS36, tolerante a Al, maiores teores de ácido málico e cítrico exsudados pela raiz do que na variedade BR106. Entretanto, não foram verificadas diferenças entre os níveis de exsudação para ambos os ácidos na presença ou ausência do Al na solução nutritiva, após seis horas de tratamento, e os níveis de ácido málico foram superiores aos de ácido cítrico, para ambos os genótipos.

Pereira et al. (2008) avaliaram o efeito do Al sobre o crescimento de raízes de duas cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L., Moench), uma tolerante e outra sensível ao Al. Os resultados obtidos por esses autores mostraram que as duas cultivares apresentaram redução no crescimento de raízes seminais e na MS de raízes e parte aérea, em comparação com as testemunhas (Quadro 1). No entanto, a cultivar sensível ao Al mostrou redução de MS de raízes significativamente maior do que na cultivar tolerante.

Outras espécies também são consideradas tolerantes ao Al. Wenzl et al. (2001) citam que a braquiária é extremamente tolerante ao Al, com capacidade superior

às observadas em genótipos tolerantes de trigo, milho e triticale.

O Al possui a capacidade de ligar-se de forma rápida ao meristema apical das raízes, promovendo intensa redução do alongamento celular (KOCHIAN; HOEKENGGA; PIÑEROS, 2004). De acordo com Pereira et al. (2008), o Al absorvido pelas plantas acumula-se predominantemente nas raízes. No entanto, modifica significativamente o metabolismo e o fracionamento do P, tanto nas raízes quanto na parte aérea em plantas de sorgo.

A capacidade de as cultivares brasileiras de trigo desenvolverem-se adequadamente em condições de solo ácido é reconhecida mundialmente. Trabalhos realizados por Rosa e Camargo (1991) demonstraram que as cultivares BH 1146, IAC 5-Maringá, IAC 21 e IAC 24 são tolerantes ao Al, e a 'Anahuac 75', cultivar originária do México, é sensível. No trabalho de Bertan et al. (2005), com trigo, os genótipos ICAT 01338, ICAT 011, ICA 2, ICA 5, CD 106 e BRS 220 são recomendados como tolerantes ao Al tóxico.

As cultivares de café UFV 1359 e UFV 2149, tolerantes ao Al, apresentaram aumento na eficiência de utilização de Ca em todos os componentes da planta, enquanto o oposto foi observado para os genótipos sensíveis (UFV 2147, UFV 2198 e UFV 2237). Dessa forma, em café, a tolerância parece estar relacionada, além da menor redução na absorção de Ca, com o aumento na eficiência de utilização desse nutriente,

na presença de Al, ou seja, a redução na absorção é compensada pela maior conversão em biomassa (BRACCINI et al., 1998).

Para a cultura do milho, a Embrapa tem os híbridos BR 205 e BR 206 que possuem tolerância ao Al, sendo recomendados para a safra 2010/2011, e o sorgo híbrido BR 700.

Pitol and Broch (2008) classificaram as cultivares de soja em relação à tolerância à acidez do solo na profundidade de 20-40 cm (Quadro 2).

A tolerância ao Al tóxico está intimamente ligada à origem de cada cultivar, e dificilmente uma cultivar criada e desenvolvida sem pressão de seleção para tolerância a níveis tóxicos de Al terá em sua constituição genes para o caráter (ANDRADE, 1976).

A expressão gênica para tolerância ao Al tem sido estudada para algumas culturas. No trabalho de Delhaize et al. (2004) com uma cevada transgênica, expressando o gene ALMT1, verificou-se que este conferiu um efluxo de malato ativado pelo Al, com propriedades similares àquelas do trigo tolerante ao Al. A cevada transgênica mostrou um alto nível de tolerância ao Al, tanto em cultura hidropônica como em solos ácidos. Esses autores do estudo concluíram que o ALMT1 é capaz de conferir tolerância ao Al em plantas intactas e confirmaram a ideia de que o ALMT1 é o gene principal para tolerância ao Al em trigo.

Em hortências (*Hydrangea macrophylla*), o acúmulo de Al nas folhas ocasiona alterações na coloração das pétalas. O Al liga-se ao ácido cafeico e ao Delfinidin 3 glicosídeo, ocasionando alterações da coloração de folhas que passa de rosa a azul, quando o teor de Al é elevado (Fig. 9). Dessa forma, considera-se a hortências um sensor biológico que pode auxiliar no diagnóstico da acidez de solos pelo Al, embora a visualização da coloração das pétalas não possa ser considerada um parâmetro que determine o manejo de correção de solos, sendo somente uma ferramenta biológica complementar.

Em algumas plantas, o acúmulo de Al nas folhas protege a planta de desidratações

QUADRO 1 - Efeito do alumínio (Al) sobre o crescimento da raiz seminal e a produção da matéria seca em duas cultivares de sorgo

Cultivar	Tratamento	Comprimento da raiz seminal (cm)	Matéria seca	
			Raiz (g)	Parte aérea (g)
Tolerante	- Al	27,7 Aa	0,266 Ab	0,583 Aa
	+ Al	19,2 Bb	0,152 Ba	0,303 Ba
Sensível	- Al	34,2 Aa	0,332 Aa	0,540 Aa
	+ Al	23,5 Ba	0,137 Ba	0,289 Ba

FONTE: Pereira et al. (2008).

NOTA: Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre tratamentos para a mesma cultivar e da mesma letra minúscula entre as cultivares para o mesmo tratamento não diferem estatisticamente entre si a 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 2 - Classificação de cultivares de soja recomendadas ou indicadas para a região Sul do estado do Mato Grosso do Sul, quanto à tolerância à acidez do solo - Fundação MS, Maracaju, MS, 2008

Classificação				
Altamente tolerante	Tolerante	Moderadamente tolerante	Moderadamente suscetível	Suscetível
⁽¹⁾ Níveis de Al ³⁺ (%)				
20 a 40	10 a 20	5 a 10	5	
CD205	BRS 133	BRS 184	BRS 241	BR 16
CD 219 RR	BRS 181	BRS 214	CD 208	CD 201
MG/BR 46 (Conquista)	BRS Favorita RR	BRS 232	CD 214 RR	CD 213 RR
	BRSMG 68 (Vencedora)	BRS 239	V max	Don Mario 7-01 RR
	Fundacep 59 RR	BRS 245 RR	BMX Titan RR	CD 225 RR
	M.Soy 8001	BRS 246 RR	JB 101	CD 226 RR
	M.Soy 7908 RR	BRS Charrua RR	BMX Potencia RR	
		BRS Pampa RR		
		BRS Invernada		
		BRS 268		
		BRS 268		
		Embrapa 48		
		CD202		
		FTS Campo Mourão RR		

FONTE: Pitol e Broch, (2008).

(1) Porcentagem de saturação na camada de 20 a 40 cm de profundidade.



Figura 9 - Relação entre o acúmulo de alumínio (Al) e coloração de flores de hortênsia (*Hydrangea macrophylla*)

FONTE: Ma et al. (2001).

a estresse hídrico, bem como do ataque de herbívoros. De modo geral, as plantas apresentam folhas ásperas, que é o resultado do acúmulo de Al na parede celular das células epidérmicas. De acordo com Haridasan (2000), algumas espécies de plantas nativas de Cerrado apresentam escleromorfismo por causa do acúmulo de Al, sendo grande parte dessas espécies pertencentes às

famílias Vochysiaceae e Melastomataceae. Essas espécies apresentam altos índices de valor de importância (IVI), pela vantagem competitiva em solos ácidos.

A formação de estruturas serrilhadas nas bordas das folhas de algumas gramíneas induzidas pelo Al reduz o ataque de herbívoros, tornando as plantas mais tolerantes. Assim, pode-se considerar a possibilidade da utilização de pequenas doses de Al via folhas, para aumentar a rigidez da parede celular e tornar as plantas mais resistentes fisicamente ao ataque de agentes bióticos.

EFEITOS DO ALUMÍNIO EM MOGNO

Alguns dados obtidos no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia Vegetal, Agrometeorologia, Modelagem na Agricultura e Irrigação (Fami) demonstram o efeito da toxidez de Al em espécies florestais. No ano de 2009, foram avaliados os efeitos de diferentes doses de Al em mudas de mogno

(*Swietenia macrophylla*), em sistema hidropônico com ambiente parcialmente controlado. Nesses experimentos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, constituído por seis tratamentos e quatro repetições, sendo que cada tratamento consistiu em diferentes doses de Al: 0, 2, 4, 8, 16 e 32 mg/L. Foram avaliadas a fitomassa seca do caule, as folhas e as raízes.

A utilização de doses crescentes de Al (0, 2, 4, 8, 16 e 32 mg/L), na espécie *S. macrophylla* king (mogno brasileiro), em sistema hidropônico, promoveu um decréscimo no crescimento de raízes, de caules e de folhas novas, sendo o maior decréscimo observado no crescimento de caules e folhas, para as doses de 2 e 4 mg/L, respectivamente. Observou-se um decréscimo no crescimento radicular, que correspondeu ao aumento das concentrações de Al³⁺ na solução nutritiva (Gráfico 1 e Fig. 10). Ainda na Figura 10, verifica-se que a concentração de 2 mg/L mostrou maior fitomassa seca de raízes novas que a

testemunha (0,255 g). Isto pode ser explicado pelo fato de pequenas concentrações de Al promoverem maior crescimento de plantas (SCHEFFER-BASSO et al., 2000).

O maior decréscimo no crescimento de folhas ocorreu nas doses de 2 e 4 mg/L (Gráfico 2).

No entanto, não foi observada uma diminuição significativa no crescimento em relação ao aumento das doses, o que não ocasionou um efeito tão drástico, mantendo-se um baixo crescimento. Mesmo as doses mais elevadas (16 e 32 mg/L) não foram suficientes para ocasionar a morte das plantas, concentração que inibe o crescimento da maioria daquelas cultivadas (PRADO; CASALI, 2006), apesar de terem sido identificados alguns sintomas de toxicidade de Al, como necrose nas folhas (Fig. 11). Provavelmente esse comportamento deve-se à tolerância da espécie e do tempo em que esta foi exposta ao pH de 4,5. Sendo assim, recomenda-se, para experimentos futuros, manter a espécie por períodos mais prolongados ao pH de 4,5, no qual existe maior quantidade de Al^{3+} , forma mais tóxica do elemento.

A sintomatologia da toxicidade de Al, na parte aérea, é de difícil identificação, nas diferentes espécies (FOY, 1976). Em algumas dessas espécies, os sintomas assemelham-se àqueles de deficiência de P, tais como:

- redução no crescimento de folhas;
- arroxamento de caule, folhas e nervuras;
- amarelecimento e morte do ápice foliar (FOY, 1976);
- pecíolos com coloração púrpura mais intensa;
- lâminas foliares com coloração verde mais escura (OLIVEIRA; RENA, 1989).

Em outras espécies, as plantas podem apresentar sintomas de deficiência de Ca ou problemas na sua translocação, observando-se o enrolamento ou o encurvamento de folhas novas e colapso dos pontos de crescimento ou pecíolos (FOY, 1976) e, ainda, o surgimento de manchas brancas

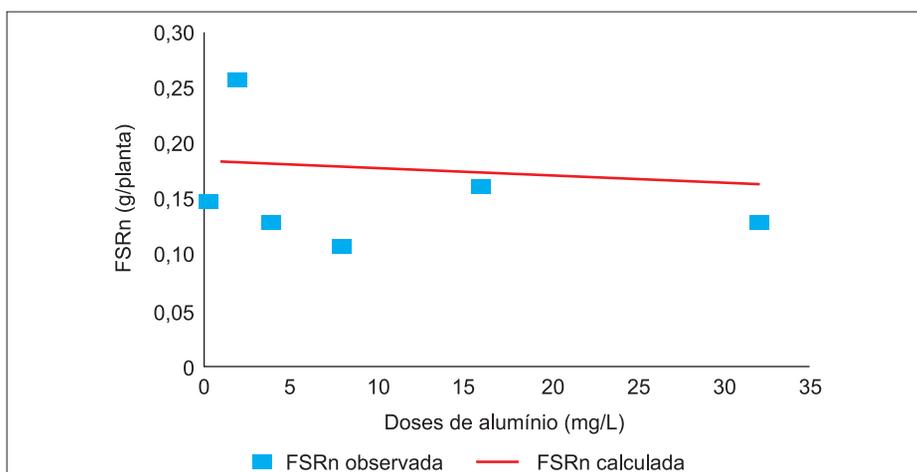


Gráfico 1 - Fitomassa seca de raízes novas (FSRn) de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* king), submetidas a diferentes doses de alumínio (0, 2, 4, 8, 16 e 32 mg/L) - Unipam, Patos de Minas, MG, 2009

NOTA: Unipam - Centro Universitário de Patos de Minas.



Figura 10 - Raízes de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* king) submetidas a diferentes doses de alumínio - Unipam, Patos de Minas, MG, 2009

NOTA: A - 0 mg/L; B - 8 mg/L.

Unipam - Centro Universitário de Patos de Minas.

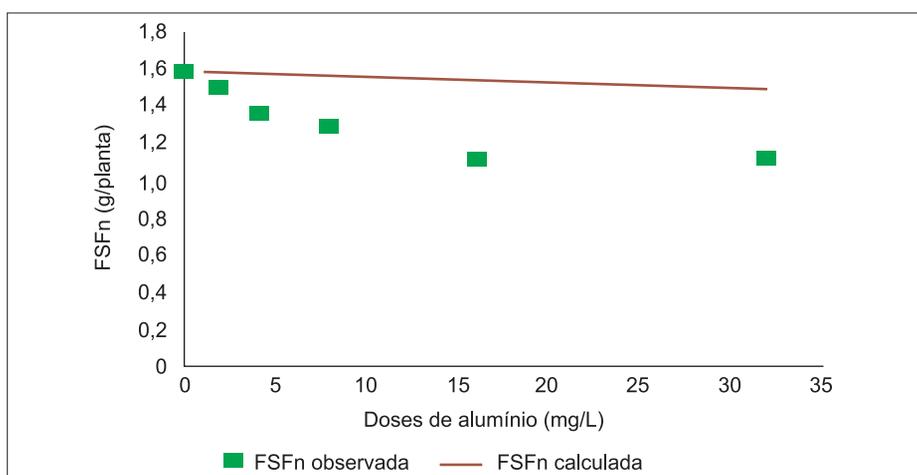


Gráfico 2 - Fitomassa seca de folhas novas (FSFn) de mogno (*Swietenia macrophylla* king), submetidas a diferentes concentrações de alumínio (0, 2, 4, 8, 16 e 32 mg/L) - Unipam, Patos de Minas, MG, 2009

NOTA: Unipam - Centro Universitário de Patos de Minas.

translúcidas nas folhas recém-formadas (OLIVEIRA; RENA, 1989).

Em outro experimento, realizado no Laboratório do Núcleo Fami, avaliou-se o efeito da presença de Al na atividade da enzima NR, foram utilizadas plantas de mogno (*S. macrophylla*), submetidas a dois níveis de luminosidade, 50% e 100%, e a duas doses de Al, 0 mg/L e 2 mg/L. Foi possível observar que a atividade da NR diminuiu com a presença do Al (Gráfico 3).

De acordo com Lea (1997), altas doses de Al em plantas que não são tolerantes ao efeito desse metal podem alterar atividades enzimáticas, especialmente aquelas relacionadas com a assimilação de nutrientes como a NR.

Para Kaiser e Huber (2001), em condições normais de ativação e na presença de luz, a ação da NR seria da ordem de 70% a 90%, reduzindo para 10% a 30% no escuro. Esses autores afirmam ainda que a luz não é um sinal direto para a atividade dessa enzima, pois mesmo sob intensa e contínua luminosidade, a NR é inativa quando falta CO₂, indicando que a fotossíntese é requerida para sua ativação.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 1992. 62p. (ANDA. Boletim Técnico, 6).

ANDRADE, J.M.V. **Identificação e seleção em casa de vegetação, de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) tolerantes ao alumínio e ao manganês com modificações das características químicas do solo**. 1976. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1976.

BALIGAR, V.C. et al. Soil aluminum effects on uptake, influx, and transport of nutrients in sorghum genotypes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.150, n.2, p. 271-277, 1993.

BERTAN, I. et al. Caracteres associados a tolerância ao alumínio tóxico em genótipos de trigos sul brasileiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 149-154, abr./jun. 2005.

BRACCINI, M.C.L. et al. Tolerância de genótipos de cafeeiro em solução nutritiva - I: crescimento e desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.3, p.435-442, 1998.

CANÇADO, G.M.A. et al. Root secretion of organic acids and its association with aluminum tolerance in maize. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Globalização e segurança alimentar. Recife: ABMS, 1998. p.280.

DANTAS, A.C. de M. et al. Tolerância ao alumínio em porta-enxertos somaclonais de macieira cultivados em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.615-623, abr. 2001.

DELHAIZE, E.; RYAN, P.R. Aluminium toxicity and tolerance in plants. **Plant Physiology**, v. 107, n.2, p.315-321, Feb. 1995.

_____. et al. Engineering high-level aluminum tolerance in barley with the ALMT1 gene. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.101, n.42, p.15249-15254, Oct. 2004.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; WRIGHT, R.J. The effects of aluminum on growth and uptake of Al and P by rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.677-682, jun. 1989.

_____; ZIMMERMANN, F.J.P. Seleção de cultivares de arroz para tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.141-147, 1979.

FOY, C.D. Differential aluminum and manganese tolerances of plant species and varieties in acid soils. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.150-155, fev. 1976.



Fotos: Evandro Binofo Fagion

Figura 11 - Parte aérea de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* king), submetidas a diferentes doses de alumínio - Unipam, Patos de Minas, MG, 2009

NOTA: A - 0 mg/L; B - 8 mg/L, com indicação da área onde ocorreu necrose foliar.

Unipam - Centro Universitário de Patos de Minas.

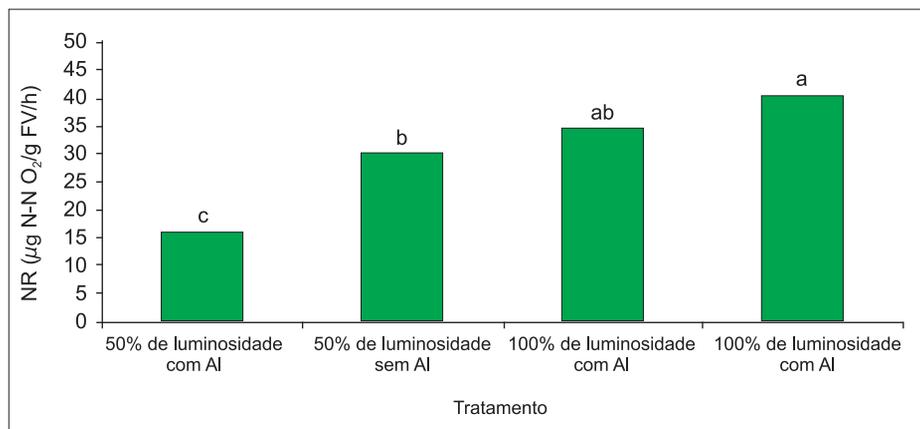


Gráfico 3 - Atividade da enzima nitrato redutase (NR) em plantas de mogno submetidas a dois níveis de luminosidade (50% e 100%) e duas doses de alumínio (Al) (0 mg/L e 2 mg/L) - Unipam, Patos de Minas, MG, 2009

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Unipam - Centro Universitário de Patos de Minas.

- FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E. W. (Ed.). **The plant root and its environment**. Charlottesville: University of Virginia, 1974. p.601-642.
- FREITAS, F.A. de et al. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.72-79, jan./fev. 2006.
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo. [Anais...] São Paulo: Edgard Blücher, 1971. p.44-60.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p.54-64, abr. 2000.
- _____. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.3, p.183-195, 2008.
- _____. Performance of *Miconia albicans* (Sw.) Triana, an aluminium accumulating species in acidic and calcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n.19, p.1091-1103, 1988.
- HARTWIG, I. et al. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.2, p.219-228, abr./jun. 2007.
- HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F. Screening of rice cultivars for tolerance to Al toxicity in nutrient solutions and compared with a field screening method. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.5, p.551-555, 1976.
- JONES, D.L.; KOCHIAN, L.V. Aluminium inhibition of the inositol 1,4,5-triphosphate signal transduction pathway in wheat roots: a role in aluminum toxicity? **The Plant Cell**, v.7, n.11, p.1913-1922, 1995.
- KAISER, W.M.; HUBER, S.C. Pos-translation regulation of nitrate reductase: mechanism, physiological relevance and environmental triggers. **Journal of Experimental Botany**, v.52, n.363, p.1981-1989, 2001.
- KELTJENS, W.G.; LOENEN, E. van. Effects of aluminum on growth and chemical composition of hydroponically grown seedlings of five different forest tree species. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.119, n.1, p.39-50, 1989.
- KOCHIAN, L.V.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A. How do crop plants tolerate acid soils?: mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.459-493, June 2004.
- LEA, P.J. Primary nitrogen metabolism. In: DEY, P.M.; HARBORNE, J.B. (Ed.). **Plant Biochemistry**, San Diego: Academic Press, 1997. p.273-313.
- LIMA, E.; VITTI, G.C.; ZONTA, E. Macronutrientes secundários – Ca, Mg, S. In: LAPIDO-LOUREIRO, F.E.de.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2009. p.337-368.
- MA, J.F.; RYAN, P.R.; DELHAIZE, E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. **Trends in Plant Science**, v.6, n.6, p.273-278, June 2001.
- MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Elsevier, 2008. 889p.
- MELO, E.A. de. Árvores do Cerrado. In: _____. **Árvores do Brasil**. Irati, PR: [s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.arvores.brasil.nom.br/cerrd/index.htm>>. Acesso em: out. 2010.
- MYAZAWA, M.; FRANCHINI, J.C. PAVAN, M.A. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.92, dez. 2000. 8p. Encarte técnico.
- NAHASS, S.; SEVERINO, J. Calcário agrícola no Brasil. In: LAPIDO-LOUREIRO, F.E. de; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CT-Centro de Tecnologia Mineral, 2009. p.409-443.
- OLIVEIRA, L.E.M. de; RENA, A.B. Influência do alumínio sobre o comportamento nutricional de cultivares de mandioca em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1119-1130, set. 1989.
- OLMOS, I.R.J.; CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.171-180, fev. 1976.
- PEREIRA, M.P. et al. Efeito do alumínio sobre a absorção, acúmulo e o fracionamento do fósforo em sorgo. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.961-967, 2008.
- PITOL, C.; BROCH, D.L. **Soja mais produtiva e tolerante a seca**. Maraju, MS: Fundação MS, 2008. p. 59-63. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/request.php?94>>. Acesso em: 18 nov. 2010.
- PRADO, C.H.B.A.; CASALI, C.A. **Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri: Manole, 2006. 448p.
- PRADO, R. de M. Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.391-394, abr./jun. 2001.
- REICHARDT, K. Soil physico-chemical conditions and the development of roots. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K.; MEHTA, Y.R. **The soil/root system in relation to brazilian agriculture**. Londrina: IAPAR, 1981. p.103-114.
- ROSA, O.S.; CAMARGO, C.E.O. Wheat breeding for better efficiency in phosphorus use. In: SAUNDERS, D.A. (Ed.). **Wheat for the nontraditional warm areas**. Mexico: CIMMYT, 1991. p.333-351. Proceedings of the International Conference, 1990, Fóz do Iguaçu.
- SANO, E.E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, jan. 2008.
- SCHEFFER-BASSO, S.M. et al. Crescimento de plântulas de *Adesmia* spp. submetidas a doses de alumínio em solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.217-222, 2000.
- SCHIER, G.A. Response of red spruce and balsam fir seedlings to aluminium toxicity in nutrient solutions. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.15, n.1, p.29-33, Feb. 1985.
- SIVAGURU, M. et al. Aluminum-induced 1→3-β-D-Glucan inhibits cell-to-cell trafficking of molecules through plasmodesmata: a new mechanism of aluminum toxicity in plants. **Plant Physiology**, v.124, n.3, p.991-1006, Nov. 2000.
- TAYLOR, G.J. The physiology of aluminum phytotoxicity. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Ed.). **Metals ions in biological systems**. New York: Marcel Dekker, 1988. p.123-163.
- THAWORNWONG, N.; DIEST, A. van. Influences of high acidity and aluminum on the growth of lowland rice. **Plant and Soil**, Netherlands, v.41, n.1, p.141-159, 1974.
- WATANABE, T.; OSAKI, M.; TADANO, T. Al uptake kinetics in roots of *Melastoma malabathricum* L., an Al accumulator plant. **Plant and Soil**, v.231, n.2, p.283-291, 2001.
- WENZL, P. et al. The high level of aluminum resistance in signalgrass is not associated with known mechanisms of external aluminum detoxification in root apices. **Plant Physiology**, Rockville, v.125, n.3, p.1473-1484, Mar. 2001.

Avaliação e escolha de milho para silagem

Carlos Juliano Brant Albuquerque¹

Leonardo de Oliveira Fernandes²

Adriano de Souza Guimarães³

José Mauro Valente Paes⁴

Renata da Silva Brant⁵

Rogério Soares de Freitas⁶

Resumo - Dentre os recursos forrageiros utilizados para a suplementação de ruminantes no período seco do ano, a silagem de milho é a opção mais adotada e difundida entre os produtores, majoritariamente os que se dedicam à pecuária de leite. Considerada padrão, a silagem de milho é um volumoso que gera bom desempenho animal. Tal fato deve-se às características qualitativas e quantitativas da planta de milho, as quais promovem boa aceitação por bovinos, por constituir silagem de alto conteúdo energético, alta produção de matéria seca (MS) por unidade de área e fácil confecção. A correta escolha de híbridos de milho para silagem visa qualidade nutricional.

Palavras-chave: *Zea mays*. Ensilagem. Milho dentado. Milho duro. Digestibilidade.

INTRODUÇÃO

No Cerrado mineiro, a distribuição estacional de chuvas gera um desequilíbrio na produção e na qualidade das forragens em diferentes épocas do ano. Para amenizar este problema, diversas alternativas têm sido utilizadas para suprir o déficit alimentar dos rebanhos. A mais comum é a confecção de silagem.

A ensilagem do milho é uma tecnologia bastante difundida no Brasil. Trata-se de uma forma alternativa de conservação do alimento produzido na estação favorável ao desenvolvimento das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal, com o objetivo de preservar o valor nutricional da planta por longos períodos.

A silagem é considerada o produto resultante da conservação de forragens úmidas (planta inteira) ou grãos de cereais com alta umidade pelo processo de fermentação em meio anaeróbico, feito por microrganismos que atacam a massa ensilada em decorrência do açúcar nela contido.

Considerando os cuidados necessários para o seu preparo, a silagem da planta de milho pode apresentar valor alimentício próximo ao que existia no material verde original e o seu emprego correto, além de resultar em melhor desempenho dos animais, contribui por reduzir gastos com concentrados.

A silagem de milho caracteriza-se por apresentar alto valor energético, alta pro-

dução de matéria seca (MS) por unidade de área, facilidade de colheita mecânica e bom padrão de fermentação no silo, o que faz desta planta uma das forrageiras mais utilizadas na alimentação de bovinos.

Este artigo objetivou abordar as principais formas de avaliação e caracterização da planta de milho indicada para silagem.

ESCOLHA DE HÍBRIDOS PARA SILAGEM

A escolha do híbrido é o primeiro passo para obter uma silagem com alta qualidade. Os produtores rurais devem sempre recorrer às empresas idôneas e especializadas em pesquisa, pois estas

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEUB/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 2248, CEP 38402-019 Uberlândia-MG. Correio eletrônico: carlosjuliano@epamig.br

²Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: leonardo@epamig.br

³Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: adriano.guimaraes@epamig.br

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: jpaes@epamig.br

⁵Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Cocais, CEP 65055-310 São Luis-MA. Correio eletrônico: renata.brant@embrapa.br

⁶Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. IAC/APTA, Caixa-Postal 61, CEP 15500-000 Votuporanga-SP. Correio eletrônico: freitas@apta.sp.gov.br

divulgam informações de suma importância para a região de cultivo, como os resultados de ensaios de híbridos sob condições experimentais.

A escolha do híbrido de milho para a produção de silagem é, geralmente, feita com base em características agrônômicas, como boa estabilidade, alta produção de forragem, boa arquitetura foliar, textura de grãos, manutenção das folhas e colmos verdes no final do ciclo (*stay green*), alta produtividade de grãos, alta digestibilidade de fibra, alta relação grãos/MS, resistência a pragas e a doenças, adaptação às condições edafoclimáticas, resistência ao acamamento e quebramento do colmo e ciclo vegetativo compatível com o manejo de corte da planta para ensilar.

Já é conhecido que cultivares de porte baixo oferecem maior resistência ao acamamento, o que facilita o corte mecânico. Podem ainda suportar um maior número de plantas por unidade de área e, em algumas situações, gerar maior produção de MS por hectare.

Outra prática que vem sendo estudada e utilizada por alguns agricultores é o aumento da altura de corte das plantas a serem ensiladas. A razão para esta prática é aumentar a participação de grãos na MS total, aumentando, conseqüentemente, o conteúdo energético da silagem. Entretanto, nas duas situações comentadas deve ser levado em conta o fornecimento de uma fibra adequada para otimizar a fermentação ruminal, visto que a fração fibrosa contribui por causar enchimento do rúmen diante dos outros componentes nutricionais da dieta. É sabido que níveis elevados de fibra de forragem limitam a ingestão de MS e, conseqüentemente, resultam no não atendimento às exigências nutricionais dos animais ruminantes. Assim, o conceito de que a maior quantidade de grãos na silagem é que determina a sua qualidade já não expressa a mesma certeza, ressaltando que é de extrema importância a determinação da digestibilidade da planta inteira ou da qualidade da fibra.

Quando o plantio dos híbridos é associado com adequadas práticas de manejo da lavoura por meio de correção do solo e adubação, época ideal de plantio, controle

de pragas, controle de plantas daninhas e população de plantas, tem-se como resultado uma produção de forragem de alta qualidade. Contudo, para a produção de silagem de qualidade é crucial atentar para o seu processo de confecção, observando o período ideal de corte, o tamanho das partículas, a compactação, o tempo e a eficiência de vedação, dentre outros.

Produtores, técnicos e extensionistas rurais devem ficar atentos as informações sobre os diferentes materiais de milho disponíveis no mercado. Para tanto, é importante as informações sobre o comportamento produtivo dos materiais na região onde se pretende realizar o cultivo, além do detalhamento sobre a qualidade nutricional da planta.

Milho dentado (macio) versus milho duro (flint)

Morfologicamente, o grão de milho é dividido em germe, pericarpo e endosperma. O germe ou embrião está posicionado em uma depressão do endosperma próximo à base do grão, e corresponde a, aproximadamente, 11% do peso da semente. O germe é rico em lipídeos e proteína e contém baixa porcentagem de amido. O pericarpo, que corresponde a 5% do peso seco do grão, é a camada de material fibroso localizada em toda a superfície externa da semente.

No endosperma estão presentes quatro estruturas. Da porção mais externa para a mais interna do endosperma estão localizados a aleurona, que é constituída de uma ou raramente duas camadas de células, a subaleurona ou endosperma periférico, os endospermas vítreo e farináceo. Os endospermas, vítreo e farináceo, correspondem a 82% do peso seco do grão, sendo constituídos principalmente por amido.

As cultivares de milho podem ser agrupadas de acordo com a textura do grão (VIEIRA NETO, 2006). Os milhos comuns podem apresentar grãos com as seguintes texturas:

- a) dentado ou mole (dent): os grãos de amido são densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um

cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião. Na parte central, os grãos de amido são menos densamente dispostos e farináceos. O grão é caracterizado pela depressão ou dente na sua porção superior, resultado da rápida secagem e contração do amido mole (Fig. 1A);

- b) grão duro ou cristalino (flint): os grãos apresentam reduzida proporção de endosperma amiláceo em seu interior, a parte dura ou cristalina é a predominante e envolve por completo o amido. A textura dura é decorrente do denso arranjo dos grãos de amido com proteína (Fig. 1B).

Existem ainda os grãos semiduros e os semidentados, que apresentam características intermediárias. Os grãos mais duros apresentam a vantagem de boa armazenagem e qualidade de germinação. Milhos de grãos mais duros são preferidos pela indústria alimentícia. Em algumas situações, alcançam preço relativamente superior no mercado, enquanto que os de grãos dentados não são aceitos ou são comprados por um preço inferior. No entanto, para a produção de milho verde e silagem, são preferidos os grãos dentados.

Considerando a importância do endosperma sobre o valor econômico e nutricional da planta de milho, é comum a classificação desta em função das características desse componente do grão. A proporção de endosperma vítreo e farináceo é o principal fator de definição da textura do grão.

Em grãos dentados, o endosperma farináceo está presente em maior proporção, ao contrário do que ocorre em grãos onde o endosperma presente em maior proporção é o vítreo (PHILIPPEAU; LANDRY; MICHALET-DOREAU, 1998).

Nos milhos duros, existe uma camada fina de endosperma vítreo no topo do grão que mantém a superfície superior externa da semente com aspecto arredondado em todos os estádios de maturidade da planta. A composição dos corpos proteicos difere nos endospermas farináceo e vítreo e pode estar relacionada com a textura dos grãos de milho (Fig. 2).



Figura 1 - Textura dos grãos de milho

NOTA: Figura 1A - Grãos de milho dentado. Figura 1B - Grãos de milho com textura *flint*.



Figura 2 - Formas do grão de milho

NOTA: Figura 2A - Aspecto retangular dos grãos de milho dentado. Figura 2B - Aspecto arredondado dos grãos de milho com textura *flint*.

Grãos de milho do tipo duro, com maior proporção de endosperma vítreo que híbridos de grãos dentados, possuem grânulos de amido envolvidos por uma matriz proteica contínua que limita a digestão por microrganismos ruminais (CORREA, 2002). A matriz proteica do endosperma

vítreo é relativamente resistente à entrada de água e à ação de enzimas hidrolíticas. A proteína do endosperma vítreo é capaz de limitar a ação da amilase purificada e foi menos digerida por pepsina que a proteína do endosperma farináceo (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992).

Landry, Philippeau e Michalet-Doreau (1998) relatam que grãos duros são menos degradados no rúmen que grãos macios. Entretanto, salienta-se a importância da qualidade da fibra do volumoso ensilado independentemente da textura do grão.

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO

A avaliação da qualidade da silagem de milho era realizada pela porcentagem de grãos na MS. Isto ocorreu por causa do grande número de trabalhos científicos desenvolvidos até a década de 1970, os quais demonstravam que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e hastes da planta e, conseqüentemente, o aumento de sua proporção na silagem favoreceria um aumento na qualidade do volumoso. Com isso, grande parte dos trabalhos de seleção de híbridos de milho para silagem foi conduzida associando qualidade do volumoso com a quantidade de grãos no volumoso.

No final da década de 1990, novos trabalhos mostraram que a digestibilidade da porção volumosa é também de relevante importância no processo de determinação da qualidade do material a ser ensilado (CORREA et al., 2002; MENDES et al., 2008). As frações colmo, folha, palha e sabugo totalizam cerca de 70% do total da MS da planta e contribuem com cerca de 39% na digestibilidade da planta toda, o que representa cerca de 65% da digestibilidade potencial dessa planta (CAETANO, 2001). A fração vegetativa compreende mais de 50% da composição da MS da planta inteira, portanto, pode influenciar a produção e o valor nutritivo da planta de milho (CORREA et al., 2002).

Uma alternativa para conseguir uma redução do conteúdo de fibra na silagem de milho é a utilização de alelos mutantes, conhecidos como *Brown midrib*, os quais contribuem por melhorar a digestibilidade da porção fibra. Entretanto, não há ainda no Brasil híbridos de milho comerciais disponíveis para essa característica. Essas informações demonstram o importante papel que a porção vegetativa da planta

exerce sobre a qualidade nutricional da silagem de milho.

Em trabalho que caracteriza os diferentes componentes estruturais da planta de milho, Pereira (2010) constatou que os híbridos de melhor qualidade nutricional da planta inteira apresentaram também melhor digestibilidade do colmo, da folha e da espiga.

Outro importante aspecto sobre a qualidade nutricional da planta de milho diz respeito à textura do grão de milho. A quantidade de endosperma vítreo proporcionalmente ao endosperma farináceo que determina a textura do grão (WATSON, 1988).

Com o avanço da maturidade, a planta de milho acumula amido e por diluição reduz os níveis de fibra. Após o ponto ideal de ensilagem, a digestibilidade do amido cai, reduzindo o valor energético da silagem (BALLARD et al., 2001). A queda na degradação ruminal de grãos de milho com o avanço da idade da planta foi maior para híbridos duros que para híbridos farináceos (PHILIPPEAU; MICHALET-DOREAU, 1998). Logo, híbridos de textura dura, característicos do mercado brasileiro, podem ter degradação ruminal mais afetada pela ensilagem tardia.

No Brasil, a indústria de sementes de milho oferece predominantemente híbridos com grãos de textura dura, nos quais predominam endosperma de alta vitreosidade. Entretanto, nota-se nos dias atuais que trabalhos de melhoramento de milho no Brasil têm procurado materiais dentados com endosperma farináceo, de alta produtividade de grãos, além de boa qualidade da fração fibra.

Análises laboratoriais

A avaliação da composição química de silagens em laboratórios de bromatologia objetiva conhecer a qualidade nutricional do material utilizado com o intuito de nortear nutricionistas na composição de dietas econômicas e que alcancem níveis eficientes de produtividade animal.

Os principais parâmetros empregados para a avaliação da qualidade nutricional da silagem são:

- a) teor de MS;
- b) porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN);
- c) porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA);
- d) proteína bruta (PB);
- e) extrato etéreo (EE);
- f) cinzas ou matéria mineral (MM);
- g) nutrientes digestíveis totais (NDT).

A MS representa o material isento de água. Permite comparar resultados de análises distintas realizadas em diferentes condições de épocas e regiões, por exemplo.

A porcentagem de FDN é uma estimativa de porcentagem da parede celular e é determinada pela digestão da forragem em solução de detergente neutro que solubiliza o conteúdo celular. A fração FDN contém, majoritariamente, celulose, hemicelulose e lignina e está correlacionada negativamente com o consumo, ou seja, maiores níveis de fibra de forragem resultam em menores níveis de ingestão de MS.

A porcentagem de FDA é uma estimativa da porção fibra pouco digestível utilizada para estimar a densidade energética da forragem. Silagens contendo altos níveis de FDA normalmente apresentam baixa concentração energética. A FDA é determinada pela digestão da forragem em detergente ácido que solubiliza o conteúdo celular e a hemicelulose. Assim, a fração FDA contém, majoritariamente, celulose e lignina.

A PB é um parâmetro importante para o balanceamento econômico de dietas, pois a proteína é usualmente o nutriente de maior custo por unidade relativa da dieta e representa a fração nitrogenada. Com base nisso, o fato de as proteínas terem porcentagem de nitrogênio (N) quase constante, obtém-se o valor de PB a partir do N total do material analisado pelo fator convencional 6,25. Este processo considera que, em média, toda proteína contém 16% de N ($16 / 100 = 6,25$).

Já o EE representa o teor de óleo ou gordura. É um nutriente de elevado poder calórico e utilizado para adensamento de dietas. Em dietas para bovinos, seus níveis

devem-se limitar a 5% - 6% da MS total, caso contrário, tem-se o efeito indesejável de redução no consumo de alimentos e de anulação da concentração de energia.

A MM ou cinzas representa uma indicação da riqueza em elementos minerais da amostra. Todavia, sua análise para forrageiras tem relativamente pouco valor por causa da variação dessas plantas em seus componentes minerais. Em resumo, a MM representa a ausência de matéria orgânica (MO) dada pela fórmula: $MM = MS - MO$.

O NDT representa a somatória dos nutrientes multiplicada pelos coeficientes de digestibilidade específica. O NDT expressa o valor energético dos alimentos, ou seja, os nutrientes de um determinado alimento, os quais serão teoricamente digeridos pelo animal.

A digestibilidade é a fração do alimento degradada no trato digestivo. A fração indigestível é excretada principalmente sob a forma de fezes. Pode-se determinar a digestibilidade da dieta total (digestibilidade da MS) e de frações da dieta ou nutrientes isolados (digestibilidade da MO, FDA, FDN, proteína, minerais, aminoácidos, etc.), havendo alguns métodos para sua avaliação, tais como digestibilidade in vivo e digestibilidade in vitro.

SILAGEM DE PLANTA INTEIRA E SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS

O processo para a produção de silagem é denominado ensilagem. Trata-se do corte da planta na época adequada, cujo material picado é acondicionado, compactado e vedado em uma estrutura denominada silo. Esse processo visa promover o armazenamento do alimento por longos períodos, mantendo suas propriedades nutricionais inalteradas.

A ensilagem do milho pode ser feita de diversas formas. No Brasil, destaca-se a ensilagem da planta inteira, que consiste em cortar a planta na altura de 20 cm do solo e picar, com posterior compactação da forragem e vedação do silo. Alguns produtores realizam a ensilagem de grão

úmido de milho, que permite armazenar grãos de forma prática e econômica. Em ambas as situações, o produtor precisa ter como objetivo a alta produtividade e a qualidade, para reduzir perdas e minimizar custos de produção.

A silagem da planta inteira é mais comum no Brasil. O estágio de maturação, em que as forrageiras são colhidas e ensiladas, tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade e o valor nutritivo da silagem. Geralmente, à medida que avança o estágio de maturação das plantas, ocorrem alterações na composição bromatológica das silagens, como aumento do teor de MS e redução nos de PB. De forma geral, o ponto ideal de corte para silagem da planta inteira ocorre quando os grãos de milho atingem o estágio de farináceo-duro, momento em que a planta acumula a maior quantidade de MS de melhor qualidade nutricional, podendo variar seus teores de 32% a 38%, em média.

Na prática, o ponto de corte ideal para o milho é quando a linha de leite está entre a metade e 3/4 do grão. Nesse período, colhem-se 95% dos grãos e 100% da forragem que o milho pode produzir. Para identificar em nível de campo o momento

da colheita para silagem, o produtor pode quebrar algumas espigas ao meio e observar a posição da linha de leite, conforme descrito na Fig. 3.

É importante salientar que a utilização de híbridos dentados, comparativamente a híbridos duros, pode resultar em menor queda relativa na digestão ruminal do amido em situações de colheita tardia dos grãos. Dessa forma, o atraso na colheita de híbridos duros após a metade da linha de leite provoca maiores prejuízos à qualidade da forragem. Em um mesmo estágio de maturidade, o grão dentado é mais digestível do que o grão duro. Com a ensilagem, eleva-se a degradabilidade ruminal do grão duro, mas mesmo assim ainda inferior ao do grão dentado. Por isso, a colheita mais tardia do milho com grão duro reduz a digestibilidade de seu amido e, a estratégia de optar por colheita mais precoce, visando à melhoria na sua digestibilidade, pode reduzir a produtividade total de massa pelo menor acúmulo de MS e maior teor de umidade.

As colheitas precoces com os grãos no estágio leitoso propiciam menor participação de espigas cheias e, por consequência menos grãos, o que produzirá uma silagem

com teor de energia e qualidade abaixo da capacidade real da lavoura, simplesmente por uma decisão errada do momento da colheita.

Uma alternativa é a silagem de grãos com alta umidade (Fig. 4). Segundo Oliveira (2009), o uso de silagem de grãos úmidos de cereais, especialmente de milho, vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Trata-se de uma tecnologia de fácil adoção, com baixos custos de implantação e segurança de resultados. O ponto ideal de colheita para a silagem de grãos úmidos ocorre no início da maturação fisiológica (36% a 40% de umidade). Nessa fase, o amido solidificou-se surgindo uma camada preta (visível a olho nu) na base do grão de milho.

Salienta-se também que a colheita do milho úmido para silagem proporciona antecipação na retirada da cultura da lavoura com grandes benefícios num esquema de rotação de culturas, proporcionando redução das perdas quantitativas durante o processo de armazenagem e menor custo de produção em relação ao grão seco.

A colheita do milho para silagem com maior teor de umidade, em relação ao



Figura 3 - Momento da colheita para silagem de planta inteira

NOTA: Grãos com $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ linha de leite.



Figura 4 - Silagem de grãos úmidos de milho

grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a digestibilidade ruminal da MS. No entanto, a silagem de grãos úmidos de cereais não deve ser considerada como substitutiva daquela de plantas forrageiras, quando da formulação de rações para ruminantes, uma vez que a primeira é um alimento concentrado energético e a segunda um volumoso, sendo então complementares para o adequado balanceamento nutricional.

Além do baixo custo, outras vantagens são atribuídas à silagem de grãos úmidos em relação ao milho seco, tais como baixo investimento em armazenamento; antecipação da colheita possibilitando a liberação da área para outros cultivos; redução da contaminação por carunchos, fungos e ataques por roedores, além da melhor digestibilidade, palatabilidade e solubilidade do amido.

É importante destacar algumas desvantagens, tais como a impossibilidade de comercialização de eventuais excedentes de produção e impossibilidade de confecção do concentrado antecipadamente para utilização posterior, pois a silagem de grãos úmidos não pode ser misturada aos demais ingredientes da ração e armazenada para distribuição posterior.

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE HÍBRIDOS PARA SILAGEM E DESEMPENHO ANIMAL: RESULTADOS DE PESQUISAS

Há inúmeros fatores que interferem na produtividade e na qualidade da silagem. A participação porcentual de grãos na MS total na planta de milho não só assegura o maior valor nutritivo original das plantas, mas também condiciona um maior teor de MS à silagem, fato esse importante por promover maiores consumos pelos animais. No entanto, sabe-se que a biologia do consumo voluntário e a resposta do desempenho animal são complexas e seus efeitos dependem da interação de fatores relacionados com o animal, alimento e ambiente, não estando esses associados somente à qualidade do volumoso, mas também à proporção de volumoso na dieta e/ou nível de concentrado (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001).

A EPAMIG avalia há diversos anos o desempenho de animais alimentados com diferentes híbridos de milho, para produção de silagem no Cerrado.

Entre os trabalhos mais recentes, nota-se, no Quadro 1, que os teores de MS das

cultivares avaliadas variaram de 30,5% (2B655) a 34,7% (XB6012), valores estes superiores aos encontrados por Rosa et al. (2004), quando avaliaram comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho. Esses autores relataram valores de MS de 25,77% a 30,69%. Com relação à PB, o valor médio encontrado foi de 7,55%, semelhante ao encontrado por Fernandes et al. (2007) e Cabral et al. (2006).

Com relação à fração fibrosa das cultivares de milho, verificaram-se variações nos teores de FDN entre 50,4% a 56,7% (Quadro 1). Ao analisar as características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para a produção de silagem, Mello et al. (2005) encontraram uma variação de 57,12% a 69,67%, sendo estes valores de FDN superiores aos achados pela EPAMIG. Já Neumann et al. (2003), avaliando desempenho de bezerras alimentadas com diferentes silagens de milho, encontraram valor semelhante de 54,47% de FDN, caracterizando uma silagem de qualidade superior.

Os valores de FDA variaram de 23,3% a 27,5% (Quadro 1), diferindo dos de Almeida Filho et al. (1999), que, ao avaliarem as

características agrônômicas de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) e qualidade dos componentes da silagem, encontraram valores desejáveis de FDA com variação de 28,89% a 31,75%. Estas diferenças podem estar possivelmente relacionadas com a proporção de lignina no volumoso ou ainda com as diferenças genéticas das cultivares e/ou as diferenças do ambiente onde foram realizadas as avaliações. Pois, enquanto o estudo de Almeida Filho et al. (1999) obteve teor médio de lignina de 3,5%, os híbridos avaliados pela EPAMIG apresentaram um teor médio de lignina igual a 3,15%.

Quanto ao desempenho animal, pode-se verificar, pelos resultados apresentados no Quadro 2, que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as cultivares de milho avaliadas. Em relação ao ganho de peso diário (GPD), os resultados variaram de 1,05 kg/dia (AS1567, PRE32D10) a 1,30 kg/dia (MX300).

Os ganhos de peso obtidos foram alcançados, de acordo com o planejado (1,1 kg/dia) para tourinhos da raça Gir e com a composição da dieta formulada, ressaltando o potencial dos bovinos em questão em resposta a dietas à base de silagem de milho. O maior consumo de MS total foi de 3,05% peso vivo (PV) para o híbrido AGN20A55, porém, não diferindo significativamente das demais cultivares avaliadas.

Restle et al. (2002), em estudo com novilhos confinados da raça Braford, alimentados com silagem de milho, encontraram ganho de peso de 1,19 kg/dia e conversão alimentar de 5,39 kg MS/kg PV. Esses achados sugerem a boa conversão alimentar e o ganho de peso dos tourinhos Gir avaliados no experimento, em relação aos bovinos Braford.

A produção de leite, o consumo de MS do volumoso, consumo de MS total e a conversão alimentar dos animais que receberam silagem de diferentes híbridos de milho, estão expressos no Quadro 3. Nota-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os híbridos avaliados para a produção de leite e conversão alimentar.

QUADRO 1 - Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina (% na MS) das silagens de diferentes híbridos de milho

Híbrido	MS (%)	PB (%)	MM (%)	FDN (%)	FDA (%)	Hemicelulose (%)	Celulose (%)	Lignina (%)
GNZ2500	33,2 A	7,6 A	4,5 A	54,8 A	27,3 A	27,5 A	23,3 A	4,0 A
MX300	32,1 A	8,2 A	4,2 A	53,1 A	24,6 A	28,5 A	25,7 A	2,8 A
PRE22T10	31,0 A	7,4 A	4,1 A	56,4 A	26,8 A	29,6 A	26,0 A	3,6 A
BX1200	33,8 A	8,1 A	3,8 A	52,8 A	23,3 A	29,5 A	26,5 A	3,0 A
PRE32T10	32,2 A	7,2 A	4,1 A	55,9 A	25,9 A	30,0 A	26,5 A	3,5 A
AG1051	30,6 A	6,7 A	3,7 A	56,8 A	26,9 A	29,9 A	26,6 A	3,3 A
AGN20A55	30,6 A	7,8 A	3,5 A	51,9 A	24,4 A	27,5 A	24,7 A	2,8 A
2B655	30,5 A	7,9 A	3,9 A	52,4 A	25,8 A	26,4 A	24,1 A	2,5 A
AS1567	34,2 A	6,9 A	3,7 A	54,9 A	27,5 A	7,4 A	23,8 A	3,6 A
XB6012	34,7 A	7,3 A	4,1 A	55,4 A	26,6 A	28,8 A	25,8 A	3,0 A
BR9308	32,8 A	8,0 A	4,2 A	50,4 A	24,7 A	25,7 A	23,1 A	2,6 A
MÉDIA	32,3	7,6	4,0	54,1	25,1	28,27	25,1	3,2
CV (%)	7,7	9,6	15,1	9,4	12,3	5,9	10,4	16,8

FONTE: Dados básicos: Fernandes (2010).

NOTA: Médias na mesma coluna seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação.

QUADRO 2 - Ganho médio diário, consumo de matéria seca (MS) do volumoso, consumo de MS total e conversão alimentar de bovinos Gir mantidos em confinamento e alimentados com silagem de híbridos de milho

Híbrido	Ganho médio diário (kg/dia)	Consumo de MS do volumoso (% PV)	Consumo de MS total (% PV)	Conversão alimentar (kg MS/kg PV)
MX300	1,30 A	2,07 A	2,87 A	5,41 A
ABX1200	1,22 A	2,05 A	2,85 A	5,84 A
2B655	1,20 A	2,02 A	2,82 A	5,36 A
AGN20A55	1,16 A	2,25 A	3,05 A	6,33 A
BR9308	1,13 A	2,20 A	3,00 A	6,63 A
AG1051	1,12 A	2,17 A	2,97 A	6,26 A
XB6012	1,10 A	1,97 A	2,77 A	6,30 A
PRE22T10	1,10 A	1,92 A	2,73 A	6,06 A
GNZ2500	1,09 A	1,96 A	2,77 A	5,95 A
AS1567	1,05 A	2,00 A	2,80 A	6,59 A
PRE32D10	1,05 A	1,99 A	2,80 A	6,21 A
MÉDIA	1,14	2,05	2,85	6,08
CV (%)	16,9	8,2	5,8	11,5

FONTE: Dados básicos: Fernandes (2010).

NOTA: Médias na mesma coluna seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação; PV - Peso vivo.

QUADRO 3 - Produção de leite consumo de matéria seca (MS) do volumoso, consumo de MS total e conversão alimentar de vacas Gir mantidas em confinamento, alimentadas com silagem de híbridos de milho

Híbrido	Produção de leite (kg/dia)	Consumo de MS do volumoso (% PV)	Consumo de MS total (% PV)	Conversão alimentar (kg MS/kg PV)
GNZ2500	13,5 A	2,29 C	3,14 C	1,11 A
MX300	13,3 A	2,45 B	3,32 B	1,18 A
PRE22T10	13,2 A	2,33 C	3,19 C	1,18 A
BX1200	13,2 A	2,36 C	3,22 C	1,22 A
PRE32D10	13,0 A	2,34 C	3,21 C	1,16 A
AG1051	13,0 A	2,61 A	3,47 A	1,25 A
AGN20A55	12,9 A	2,50 B	3,36 B	1,26 A
2B655	12,8 A	2,37 C	3,23 C	1,23 A
AS1567	12,8 A	2,35 C	3,21 C	1,25 A
XB6012	12,7 A	2,33 C	3,19 C	1,25 A
BR9308	12,5 A	2,32 C	3,18 C	1,27 A
MÉDIA	12,99	2,38	3,24	1,21
CV (%)	8,3	4,5	3,5	8,9

FONTE: Dados básicos: Fernandes (2010).

NOTA: Médias na mesma coluna seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação; PV - Peso vivo.

Entretanto, houve diferença para consumo de MS, de volumoso e total ($P < 0,05$). É sabido que, para ruminantes, o desempenho, tanto em produção de leite quanto de carne, é diretamente proporcional à ingestão de MS. Logo, a diferença encontrada entre os materiais estudados é de relevante importância e deve ser considerada, quando da escolha de híbridos com o propósito de confecção de silagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência de utilização de silagem de milho na nutrição de ruminantes depende diretamente da qualidade da silagem, que, por sua vez, é dependente de atributos como digestibilidade da planta de milho, da contribuição das porções vegetativas e de grãos, além do estágio de maturidade na colheita.

A correta escolha de híbridos de milho para a produção de silagem deve recair sobre os materiais mais adaptados às condições edafoclimáticas de cada região

e que agreguem alta digestibilidade, alta produção de MS e, preferencialmente, grãos de textura mole, por apresentar maior digestibilidade em estágio mais avançado, o que, por consequência, amplia a janela de colheita.

Uma forma de melhorar os híbridos, para silagem no Brasil, seria direcionar os trabalhos de melhoramento vegetal, visando maior qualidade da fibra das partes vegetativas do milho, aumentar a digestibilidade do amido por ação direta na textura do grão e, claro, elevar a proporção de grãos na MS total.

AGRADECIMENTO

À Fapemig pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, S.L. et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea Mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.28, n.1, p.7-13, 1999.

BALLARD, C.S. et al. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.84, n.2, p.442-452, Feb. 2001.

CABRAL, L. da S. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2406-241, nov./dez. 2006.

CAETANO, H. *Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem*. 2001. 178p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2001.

CORREA, C.E.S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ degradability. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.11, p.3008-3012, Nov. 2002.

_____. et al. Avaliação de cultivares de milho e sorgo para a produção de silagem. *Fazu em Revista*, Uberaba, n.4, p.48-53, 2007.

FERNANDES, L.O. *Avaliação de cultivares de milho e sorgo para silagem no estado de Minas Gerais*. Uberaba: EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, 2010. Relatório interno de pesquisa.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *The Journal of Nutrition*, v.122, n.1, p.178-190, Jan. 1992.

MELLO, R. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para a produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

MENDES, M.C. et al. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

NEUMANN, M. et al. Avaliação do desempenho de bezerros alimentados com diferentes silagens de híbridos de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.9, n.3, p.263-268, 2003.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de

milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.127-145.

OLIVEIRA, R.V. **Avaliação e utilização de silagens de grão úmido de milho sobre o desempenho e características de carcaça de caprinos.** 2009. 111f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

PEREIRA, J.L.A. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos componentes da planta de milho para produção de forragem.** 2010. 98p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PHILIPPEAU, C.; LANDRY, J.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of the biochemical and physical characteristics of the maize grain on ruminal starch degradation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.46, n.10, p.4287-4291, Oct. 1998.

_____; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, n.8, p.2178-2184, Aug.1998.

RESTLE, J. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.3, p.1235-1244, Jun. 2002.

ROSA, R.P. et al. Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.2, p.302-312, mar./abr. 2004.

VIEIRA NETO, J. **Milho duro e dentado na forma de grãos secos e silagem de grãos úmidos para leitões dos 7 aos 15 kg.** 2006. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

WATSON, S.A. Corn marketing, processing, and utilization. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. (Ed.). **Corn and corn improvement.** 3.ed. Madison: ASA, 1988. p.881-940.



Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Qualidade do Café

Cafés especiais: opção pela qualidade

Características ambientais e a qualidade da bebida

Melhoramento genético

Nutrição do cafeeiro

Evolução da mecanização na cafeicultura

Armazenamento e a qualidade do café

Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br
www.informeagropecuario.com.br

Opções para formação de palha no Sistema Plantio Direto nos Cerrados

Cícero Monti Teixeira¹
Carlos Henrique Eiterer de Souza²
Ronan Magalhães de Souza³
Jalison Lopes⁴
Vanessa Júnia Machado⁵

Resumo - O sucesso na implantação e no estabelecimento do Sistema Plantio Direto (SPD) está diretamente relacionado com a manutenção da quantidade de palha na superfície do solo. Os sistemas de rotação de culturas contribuem para isso, porém, nos anos em que se têm como cultura principal aquelas que retornam baixa quantidade de restos culturais, com rápida decomposição, como soja e feijão, utilizam-se plantas de cobertura, para compensar a quantidade reduzida de restos culturais. Além das vantagens da cobertura do solo e do aumento nos teores de matéria orgânica (MO), espécies de plantas de cobertura são capazes de fazer a ciclagem de nutrientes, em profundidades que não seriam alcançadas pelas culturas, tornando-os disponíveis posteriormente, com a decomposição da palhada e a liberação desses nutrientes. Nos Cerrados, as altas precipitações e temperaturas concentradas em seis meses do ano aceleram a decomposição e dificultam a implantação de culturas na entressafra. É preciso, então, utilizar espécies e técnicas para melhor aproveitar as últimas chuvas. Destacam-se a sobressemeadura do milheto na cultura da soja e o Sistema Santa Fé, com o consórcio entre gramíneas forrageiras perenes e culturas como sorgo, milheto e, principalmente, o milho. São abordadas opções de plantas de cobertura, para que a quantidade necessária de palha a ser adicionada, anualmente, seja atingida, na busca da viabilidade e da obtenção das vantagens esperadas do SPD, nas regiões do Cerrado.

Palavras-chave: Milheto. Gramínea forrageira. Integração Lavoura-Pecuária. Sobressemeadura. Barreirão. Santa Fé.

INTRODUÇÃO

O sucesso na implantação e no estabelecimento do Sistema Plantio Direto (SPD) está diretamente relacionado com a alta produção de fitomassa nos sistemas de rotação, sem a qual, os objetivos e

vantagens dessa forma de manejo do solo não seriam alcançados. A quantidade de palha oriunda de restos culturais da cultura principal, mesmo daquelas que retornem alta quantidade de matéria seca (MS) após a colheita, pode ser suficiente apenas para a

safra seguinte. Dependendo do sistema de rotação/sucessão, para que a demanda de palhada seja alcançada ao longo dos anos, há necessidade de utilizar culturas destinadas à produção de palha, compensando, dessa forma, as deficiências de resíduos,

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: cicero@epamig.br

²Eng^a Agr^a, Doutorando, Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Alto Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: carloshenrique@unipam.edu.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Alto Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: ronan@unipam.edu.br

⁴Zootecnista, Dr., Prof. Universidade Federal de Roraima (UFRR) - Centro de Ciências Agrárias, Campus Cauamé, BR 174, Km 12, Bairro Monte Cristo, CEP 69300-000 Boa Vista-RR. Correio eletrônico: jalisonufla@gmail.com

⁵Eng^a Agr^a, Mestranda Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Correio eletrônico: vjunia01@globo.com

nos anos em que a área for cultivada com culturas com menor quantidade de restos culturais e/ou com elevada taxa de decomposição. Como exemplos, citam-se culturas como a soja e o feijão, as quais retornam baixa quantidade de resíduos na colheita, com baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), o que resulta em rápida decomposição do material.

Além da frequente utilização de culturas com baixo retorno de restos culturais, as altas temperaturas e precipitações, no período das águas, aceleram a decomposição, dificultando a manutenção da cobertura morta nas áreas de Cerrado.

Um dos impedimentos para utilização de plantas de cobertura é o baixo ou inexistente retorno econômico, tendo como alternativa a utilização de forrageiras, no Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP), aumentando a lucratividade, com a exploração da área com pastejo, ou de culturas como o milheto, na qual a colheita dos grãos pode cobrir os custos de implantação ou, ainda, permitir lucratividade, de acordo com a precipitação na safrinha. Assim, regiões com melhor distribuição de chuvas podem utilizar culturas mais lucrativas na safrinha, como a sucessão soja-milho safrinha, bastante tradicional no sudoeste do estado de Goiás, compensando a baixa quantidade de restos culturais com baixa relação C/N da soja, como cultura principal, com uma cultura lucrativa, com boa quantidade de restos culturais de alta relação C/N.

A não adoção de rotação de culturas, com destaque para áreas com cultivo exclusivo de soja e pousio de inverno, sem utilização de plantas de cobertura para produção de palha (apenas vegetação espontânea), não permite que as vantagens do SPD sejam alcançadas. A quantidade reduzida de palha e a rápida decomposição limitam o aumento do teor de MO do solo, diminuem sua proteção contra o impacto das gotas de chuva, a sua estruturação na formação de agregados, bem como sua aeração e infiltração, culminando com o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. Em relação às plantas

daninhas, o pousio de inverno aumenta o banco de suas sementes. Como não há incorporação e a quantidade de palha é baixa, as plantas daninhas germinam e emergem facilmente, aumentando a infestação e o gasto com herbicidas.

Este artigo aborda as opções de plantas de cobertura, para que a quantidade necessária de palha a ser adicionada anualmente seja alcançada, na busca da viabilidade e da obtenção das vantagens esperadas do SPD, nas regiões de Cerrado.

OPÇÕES DE PLANTAS DE COBERTURA

Milheto

Dentre as gramíneas utilizadas como cobertura, destaca-se o milheto que, de acordo com Bernardi et al. (2004), levou a um incremento significativo da expansão do SPD na região dos Cerrados. Atualmente, está entre as espécies mais utilizadas para a formação de palha nessas regiões, dada sua adaptação a áreas de maior déficit hídrico e à possibilidade de uso, tanto para cobertura do solo como para pastejo. Esses mesmos autores destacam a alta capacidade de ciclagem de nutrientes do milheto (especialmente N e K) e a formação de palhada duradoura, se comparada às leguminosas. Porém, além das características intrínsecas da espécie, o ambiente é um importante fator na decomposição dos resíduos. De acordo com Kliemann, Braz e Silveira (2006), apesar de o milheto possuir relação C/N próxima a 30, se manejado no florescimento e emborrachamento, suas palhadas irão apresentar altas taxas de decomposição nos Cerrados, dado o clima quente e chuvoso, o que dificulta o acúmulo de palha.

Semeadura em linha

No caso de semeaduras em linha, as opções de períodos são: antes da cultura principal, nos meses de agosto e setembro, nas regiões e épocas, quando as chuvas

iniciam-se mais cedo ou após a colheita da cultura principal, nos meses de março e abril.

Melhores resultados para produção de palha são obtidos em menores espaçamentos, tendo como opção semeadoras de trigo (17-25 cm), ou o chamado plantio cruzado, com semeadoras nos espaçamentos de 50 cm, passando duas vezes na área. Na segunda operação, é feita a semeadura na entrelinha da anterior. Tem como desvantagem a elevação do custo de plantio, ao dobrarem as operações do trator na semeadura. As vantagens dos espaçamentos reduzidos são cobertura mais rápida da área, o que protege o solo mais cedo, e maior capacidade de competição do milheto com plantas daninhas, já que a cultura irá sombrear o solo mais cedo, reduzindo a disponibilidade de luz e CO₂.

A quantidade de sementes viáveis recomendada é de, no mínimo, 15 kg/ha, atentando para a qualidade da operação, principalmente na limitação da profundidade de semeadura, pelo fato de as sementes serem pequenas, o que impede a emergência em semeaduras profundas. A profundidade pode variar entre 2 e 4 cm, recomendando-se a máxima em solos arenosos, por causa da menor capacidade de retenção de água na camada superficial (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Produção de grãos

A produção de grãos de milheto é uma opção para cobrir os custos da produção de palha, em regiões e/ou em anos em que a expectativa de chuvas não é suficiente para a produção do milho safrinha. Além dos restos culturais, os grãos perdidos na colheita germinam com o início do próximo período chuvoso (setembro/outubro), permitindo outra adição de palha no sistema. Para produção de grãos, a quantidade de sementes viáveis recomendada está entre 8 e 12 kg/ha, no espaçamento de 40 cm, visando menor competição intraespecífica, o que comprometeria o enchimento de grãos (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Sobressemeadura

No caso do plantio em safrinha, apesar da tolerância do milho ao estresse hídrico, a capacidade de produção de fitomassa é influenciada pela temperatura e pela precipitação até o florescimento. A sobressemeadura é definida como a semeadura a lanço. Utiliza-se a distribuidora de calcário, antes da colheita da cultura principal, objetivando maior aproveitamento das últimas chuvas do verão pela cultura sucessora (Fig. 1). É importante que a sobressemeadura seja executada antes da queda das folhas da soja, a qual irá cobrir as sementes distribuídas, protegendo-as de pássaros e insetos, além de conservar sua umidade. Em uma sobressemeadura atrasada, corre-se o risco de as sementes caírem sobre as folhas, germinando e não alcançando o solo, o que pode levar à morte da plântula (Fig. 2).

Visando definições quanto à quantidade de sementes (20, 30 e 40 kg/ha), à eficiência no tratamento e/ou à peletização de sementes, Teixeira et al. (2010) conduziram ensaios de sobressemeadura de milho, cultivar ADR-500, na cultura da soja, nos estádios fenológicos 5,3 (início do amarelecimento das folhas) e 7,3 (mais de 75% das folhas amareladas), nos municípios de Uberaba e Patos de Minas, respectivamente. Em Uberaba, as produções de fitomassa do milho não diferiram significativamente entre os tratamentos, o que os autores associaram, além dos altos coeficientes de variação ocorridos, ao atraso na colheita mecânica da soja, quando a ceifadora da colhedora executou uma espécie de poda na cultura do milho, homogeneizando a altura de plantas nos diferentes tratamentos. Ressaltaram a importância de definições dos momentos adequados de sobressemeadura do milho e colheita da soja, para atingir o maior potencial produtivo da planta de cobertura. No ensaio de Patos de Minas ocorreu interação significativa entre os fatores tratamento e peletização de sementes, com a maior produção de fitomassa obtida com sementes peleti-



Figura 1 - Milho sobressemeado e já formado, no momento da colheita da soja

Cícero Monti Teixeira



Figura 2 - Plântulas de sementes de milho, germinadas sobre o solo
NOTA: Radículas penetrando no solo, germinando sobre a folha, expostas e com pequena chance de sobrevivência.

Cícero Monti Teixeira

zadas e tratadas (2.036 t/ha). Como não houve resposta à quantidade de sementes, a utilização de 20 kg/ha mostrou-se eficiente para estabelecimento da cultura, desde que usadas sementes peletizadas e

tratadas. Pela dificuldade de obter sementes peletizadas, além do custo mais alto, recomenda-se, pelo menos, o tratamento das sementes para sobressemeadura da cultura.

Forrageiras perenes

Um dos inúmeros entraves à implantação e à manutenção do SPD pode ser atribuído, dentre outras características, à utilização de espécies forrageiras de cobertura que não atendam às demandas de um sistema adequado, como, por exemplo, efeito alelopático, pouca produção de MS, baixos índices de pureza dos lotes das sementes, certa tolerância aos herbicidas de pós-emergência para folhas estreitas empregados no cultivo, desenvolvimento acelerado em relação à cultura produtora de grãos, etc. Outro fato que chama bastante atenção diz respeito à baixa manutenção da quantidade de resíduo deixado sobre o solo, ao longo do ano. Este efeito é oriundo das características ambientais, intrínsecas ao ambiente dos Cerrados, e das práticas adotadas no sistema, uma vez que há uma distribuição pluvial irregular ao longo do ano, concentrada na estação de crescimento, e também o uso de culturas que produzem pouca palha (soja e feijão principalmente).

Sendo assim, o uso de cultivares adaptadas a estas realidades, além de evitar a degradação da pastagem e insucesso do SPD, garantirá condições satisfatórias para a adoção das técnicas preconizadas no sistema.

Os desafios devem ser analisados e planejados para garantir uma harmonia entre produção de palha suficiente e adequada para a agricultura, bem como oferecer condições plenas para o desenvolvimento da atividade pecuária, após a colheita dos grãos. O manejo inapropriado na implantação de sistemas integrados, como prazos reduzidos entre a correção e a adubação de formação, e ainda entre a dessecação da gramínea e o plantio, pode deixar o retorno econômico às custas da atividade pecuária, em médio prazo, comprometendo a produção agrícola.

As premissas devem ser embasadas em condições que permitam o desenvolvimento da cultura produtora de grãos, retardando o desenvolvimento da gramínea, sem, contudo, afetar a formação posterior da

pastagem. Dentre as possibilidades para esta técnica podem-se destacar:

- a) uso de forrageiras com crescimento inicial lento;
- b) manejo de herbicidas em subdoses, para o controle da gramínea forrageira;
- c) aplicação de doses maiores de fertilizantes nitrogenados no plantio, para acelerar o desenvolvimento da cultura produtora de grãos, como o milho;
- d) adensamento da população de plantas, o que aumenta o poder competitivo da cultura.

Deve-se atentar para o fato de que as etapas críticas ocorrem, principalmente, no momento da formação do sistema (na implantação do consórcio), e durante os períodos de transição entre as duas atividades (agricultura e pecuária).

Sistemas para semeadura

O Sistema Barreirão é uma tecnologia de renovação de pastagem, em consórcio com culturas anuais (KLUTHCOUSKI et al., 1991). Posteriormente, essa forma de recuperação e formação de pastagens foi aprimorada com o desenvolvimento do Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Este se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho, com forrageiras tropicais, por meio do SPD, e manejo da competição entre as espécies. Essas tecnologias ainda permanecem como forma predominante de uso de sistemas integrados para formação e recuperação de pastagens.

Conforme Alvarenga, Gontijo Neto e Cruz (2009), tomando como exemplo a cultura do milho, para que o Sistema Barreirão seja implantado, este deve ser precedido de uma série de cuidados referentes ao diagnóstico da gleba, à escolha da cultivar de milho e da forrageira, dentre outros. Primeiramente, deve-se fazer a avaliação do perfil do solo, para verificar se há presença de camada compactada ou adensada, e conhecer a espessura do

horizonte superficial. Nessa etapa, podem ser decididas quais as profundidades de amostragem para caracterizações física e química do solo, sendo normalmente realizadas nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm. Com base nos resultados das análises, faz-se a correção da acidez do solo, seguindo a orientação de um técnico. É importante que a aplicação do corretivo seja feita pelo menos 60 dias antes do plantio e que ainda haja umidade suficiente no solo, para que o calcário reaja.

O milho é uma espécie exigente em fertilidade de solo. Necessita de valores de pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), saturação por alumínio (Al) e saturação por bases em torno de 6,0; 2,2; 0,8, menor que 20% e 50%-55%, respectivamente. Esses níveis são os mínimos necessários para implantar o SPD. Além disso, o milho é mais adaptado a solos anteriormente cultivados, principalmente com soja, quando a cultura expressa melhor seu potencial produtivo. Como cultura de primeiro ano, em solos recém-corrígidos ou após pastagem degradada, os rendimentos de grãos são menores (difícilmente ultrapassam 5 t/ha), o agricultor pode optar pelo plantio de variedade ou híbridos duplos, com menor custo de sementes.

A principal característica do Sistema Barreirão é a aração profunda com arado de aiveca. Este Sistema fica limitado à fase de implantação do SPD, aproveitando o último revolvimento do solo para condicionamentos físico e químico, rompendo camadas compactadas ou adensadas. Deve-se inverter a camada de solo revolvida, para que haja incorporação profunda de corretivos e de sementes de plantas daninhas, além de incorporar o sistema radicular de capins, que acelera sua mineralização minimizando a imobilização de nitrogênio (N). No SPD implantado, o Sistema Barreirão, na sua forma clássica, fica limitado, não sendo possível realizar o revolvimento do solo. Neste Sistema, a determinação da necessidade de calagem para o milho obedece à mesma metodologia e aos critérios utilizados para os cultivos solteiros.

Entretanto, deve-se considerar que para solos com alto teor de areia e baixa MO, o método de saturação por bases geralmente subestima a quantidade de calcário a ser aplicada. Em geral, isso ocorre com todos os métodos vigentes. Assim, é necessário considerar a cultura a ser implantada, o histórico da área e a experiência local quanto à resposta das culturas aos corretivos de acidez do solo.

Existem vários relatos de que o processo mais econômico de correção da acidez das camadas superficiais e subsuperficiais do solo é a utilização de uma parte de gesso (sulfato de cálcio) em mistura com calcário. Se forem aplicados 500 kg/ha de gesso, por exemplo, só com esse insumo, estariam sendo aplicados 115 kg/ha de Ca e 95 kg/ha de enxofre (S), quantidades teoricamente suficientes para a obtenção de mais de 6 t/ha de milho.

Os sulfatos carregam alguns cátions-base pelos horizontes, corrigindo a acidez e favorecendo o crescimento radicular das plantas em camadas subsuperficiais. Na recuperação de pastagens degradadas, tal qual no Sistema Barreirão, o tempo de reação do corretivo no solo é, em geral, insuficiente, não obedecendo ao período mínimo de 90 dias, em condições de solo úmido, entre a aplicação e a semeadura da cultura ou da forrageira. Considerando que o principal fator determinante da velocidade de reação de um corretivo é o tamanho de suas partículas, o calcário “filler”, ou finamente moído, pode produzir melhor resultado que o calcário convencional.

No Sistema Barreirão os procedimentos de plantio do milho são os tradicionais. No plantio simultâneo, dependendo da espécie da forrageira, as sementes são misturadas ou não ao adubo do milho. É importante que a mistura seja feita no dia do plantio e seja regulada a profundidade de deposição do adubo + sementes para maior profundidade, para que não ultrapasse o limite e haja emergência das plântulas, o que varia com a espécie. Geralmente, sementes do gênero *Brachiaria*

podem ser depositadas até 8 cm, e do gênero *Panicum* até 3 cm. As sementes do milho, geralmente, são depositadas a 3 cm de profundidade no solo. É desejável estabelecer uma ou duas linhas adicionais de forrageira nas entrelinhas do milho, para melhor formação da pastagem, o que vai depender do espaçamento e do equipamento de plantio disponíveis.

O Sistema Santa Fé fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, em especial milho, sorgo e milheto, com forrageiras tropicais, principalmente as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, no SPD, em áreas de lavoura com solo parcial ou devidamente corrigido. Nesse sistema, a cultura do milho apresenta grande desempenho no desenvolvimento inicial, exercendo, com isso, alta competição sobre as forrageiras e evitando redução significativa em suas capacidades produtivas de grãos. Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são a produção de forrageira para a entressafra e a palhada em quantidade e qualidade para o SPD, na safra seguinte.

Opções para o Cerrado

Gramíneas tropicais perenes são excelentes alternativas para o consórcio com culturas anuais (arroz, milho, soja ou sorgo), no Cerrado. Apresentam diversos benefícios agrônômicos ao sistema de produção, dentre eles a recuperação das propriedades físicas e a ciclagem de nutrientes do solo; funcionam como barreiras contra a invasão e a disseminação de pragas, doenças e plantas daninhas; apresentam grande potencial de manutenção da palha sobre o solo, pela alta relação C/N, o que retarda a decomposição e aumenta a possibilidade de sua utilização nas condições do Cerrado. Dentre essas, as espécies do gênero *Brachiaria* destacam-se na produção de cobertura morta para o SPD (KLUTHCOUSKI et al., 2004). Além do gênero *Brachiaria*, pesquisas recentes vêm demonstrando que espécies do gênero *Panicum*, com destaque para as cultivares Tanzânia, Mombaça, Massai e Aruana, também podem ser boas opções

para formação de palha. No Quadro 1, podem ser observadas algumas características das principais espécies forrageiras utilizadas no consórcio com culturas anuais.

Com a finalidade de obter os máximos benefícios da consorciação milho/pastagem, como menor interferência na produtividade do milho e maior quantidade de forragem possível, após a colheita da cultura, a escolha da espécie forrageira poderá ser determinada em função da época de sua implantação, em relação à implantação do milho e também em função da forma como será implantada (Quadro 2).

Dentre as espécies forrageiras utilizadas no consórcio milho/pastagem, uma das mais indicadas é a *Brachiaria ruziziensis*, em função do rápido estabelecimento, boa produção de forragem, facilidade de dessecação com herbicidas e praticidade para realizar a operação de semeadura da soja sob sua palhada. Com base nestas características, deve-se dar preferência para a implantação da *B. ruziziensis*, pelos métodos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 (Quadro 2). Por outro lado, deve-se dar preferência para a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés MG-5 e/ou a *B. brizantha* cv. BRS Piatã, ao se utilizar o método 1 de implantação do consórcio (semeadura da pastagem com semeadora no espaçamento de 17 a 21 cm entrelinhas e a semeadura do milho safrinha com uma semeadora adubadora no espaçamento de 45, 50, 70 ou 80 cm). A grande vantagem de se utilizar estas duas cultivares de *Brachiaria brizantha*, neste método de implantação do consórcio, é que estas possuem as menores velocidades de germinação e estabelecimento, entre as espécies forrageiras avaliadas. Dessa forma, apresentam baixa competição com o milho safrinha e são excelentes pastagens para os animais na ILP (BROCH; RANNO, 2009). O *Panicum maximum* cv. Massai traz em seus atributos elevada produção de forragem e cobertura, adaptação a solos de média fertilidade, baixo porte, resistência ao frio e fogo, além de suportar o pastejo intensivo (CORRÊA; SANTOS, 2003). Portanto, essa gramínea também é bastante promissora para ser usada na ILP, em SPD, nos Cerrados.

QUADRO 1 - Descrição das principais espécies forrageiras utilizadas no consórcio milho/pastagem

Espécie forrageira	Velocidade de estabelecimento	Efeito competitivo	Hábito de crescimento	Facilidade de dessecação
<i>B. ruziziensis</i>	Rápida	Forte	Estolonífero	Boa
<i>B. decumbens</i> cv. Brasilisk	Rápida	Forte	Estolonífero	Boa
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Média	Forte	Cespitoso	Média/Baixa
<i>B. brizantha</i> cv. Xaraés MG-5	Lenta	Fraco	Cespitoso	Média
<i>B. brizantha</i> cv. BRS Piatã	Lenta	Fraco	Cespitoso	Média
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	Rápida	Médio	Cespitoso	Média/Baixa
<i>P. maximum</i> cv. Aruana	Rápida	Forte	Cespitoso	Média/Boa

FONTE: Dados básicos: Broch e Ranno (2009).

QUADRO 2 - Descrição dos principais métodos para implantação do consórcio milho/pastagem, levando em consideração a época e forma de implantação e a espécie forrageira mais indicada

Método	⁽¹⁾ Época de implantação	Forma de implantação	⁽²⁾ Espécie forrageira	⁽³⁾ Necessidade de herbicida
1	Antecedendo o milho	Semeadora (17 a 21 cm entrelinhas)	1 a 8	Sim (exceção 4 e 5)
2	Antecedendo o milho	A lança	1,2 e 7	Depende do estabelecimento
3	Simultaneamente com o milho	Via adubo	1 a 8	Depende do estabelecimento
4	Simultaneamente com o milho	Linha intercalada	1,2,4 e 5	Depende do estabelecimento
5	Simultaneamente com o milho	Via adubo + Linha intercalada	1,2,4,5 e 7	Depende do estabelecimento
6	Após a semeadura do milho	Em linha na entrelinha	1,2 e 7	Não
7	Após a semeadura do milho	A lança	1,2 e 7	Não

FONTE: Dados básicos: Broch e Ranno (2009).

(1) Época de implantação da forrageira: Antecedendo a semeadura do milho (de preferência no mesmo dia), simultaneamente com a semeadura do milho, após a semeadura do milho (estádio V2/V3 do milho). (2) Espécies forrageiras mais indicadas para o consórcio milho/pastagem: *B. ruziziensis*; *B. decumbens* cv. Brasilisk; *B. brizantha* cv. Marandu; *B. brizantha* cv. Xaraés MG-5; *B. brizantha* cv. BRS Piatã; *P. maximum* cv. Tanzânia; *P. maximum* cv. Aruana; *P. maximum* Jacq. Aries. (3) Provável necessidade de subdose de herbicida Nicosulfuron, para diminuir a competição da pastagem sobre o milho. Esta decisão vai depender muito da velocidade de germinação e do estabelecimento da pastagem, do porte, ciclo e do espaçamento do milho. O estágio V2/V3 do milho é o momento ideal para a tomada de decisão de usar ou não o herbicida e a dose a ser utilizada.

Capacidade de produção

Um dos requisitos mais importantes para o sucesso do plantio direto, por afetar praticamente todas as modificações que o sistema promove, é a quantidade de palha presente na área, que deve ser de, no mínimo, 6 t/ha de MS (CRUZ et al., 2006).

Pesquisas recentes demonstraram que, além da *B. ruziziensis*, tradicionalmente usada em SPD, as gramíneas perenes

Brachiaria decumbens cv. Basilisk, *B. brizantha* (cv. Marandu, MG-4, Piatã, e Xaraés MG-5), *P. maximum* (cv. Tanzânia, Mombaça e Massai) e *Paspalum atratum* cv. Pojuca apresentam elevada capacidade de produção de palha, viabilizando o plantio direto de diferentes culturas anuais no Cerrado (NUNES et al., 2006; TIMOSSI, DURIGAN; LEITE, 2007; MACHADO; ASSIS, 2010; FERREIRA et al., 2010).

Independentemente da espécie utilizada para produzir cobertura no SPD, é necessário que a atividade de pastejo seja interrompida, por um período suficiente para que ocorra o acúmulo mínimo de palha, necessário para garantir o bom desempenho da cultura que será implantada. Fatores como carga animal, tempo de vedação, condições climáticas e fertilidade do solo são determinantes da quantidade

e da velocidade de acúmulo de palha. No entanto, de forma geral, o período de descanso da pastagem, preconizado para que ocorra acúmulo suficiente de fitomassa para ser dessecada, varia de 30 a 40 dias (FONTANELI et al., 2000).

Em relação ao sistema de manejo da pastagem, a lotação rotacionada é a mais indicada na ILP sob plantio direto (FONTANELI et al., 2000). Esse sistema proporciona maiores taxas de crescimento das pastagens, mantendo um resíduo mínimo de forragem durante todo o período de utilização da pastagem, e promove condições para que as áreas pastejadas possam recuperar e acumular fitomassa suficiente para formação da palhada.

CICLAGEM DE NUTRIENTES

A maioria dos solos da região dos Cerrados são os Latossolos, cobrindo 46% da área. Estes tipos de solos podem apresentar uma coloração que varia do vermelho para o amarelo. São profundos, bem drenados na maior parte do ano, apresentam acidez, toxidez de Al e são pobres em nutrientes essenciais como Ca, Mg e potássio (K) e alguns micronutrientes para a maioria das plantas. Além desses, há os solos pedregosos e rasos (Neossolos Litólicos), geralmente de encostas, os arenosos (Neossolos Quartzarênicos), os orgânicos (Organossolos) e outros de menor expressão (SANZONOWICZ, 2007).

Sob Cerrado os Latossolos, geralmente, são distróficos, ácidos e com baixos valores de capacidade de troca catiônica (CTC). O pH predominante nestes solos varia entre 4,0 e 5,5, caracterizando-o como solos fortes e medianamente ácidos. A porcentagem de saturação de bases é, geralmente, inferior a 50%, indicando que são solos distróficos, ou seja, de baixa fertilidade natural. Apresentam caráter álico, com saturação por Al maior que 50%. Outra característica dos solos de Cerrado são os baixos teores de fósforo (P) disponível, pela grande capacidade de adsorção deste nutriente (MACEDO, 1996).

Para melhorar as características químicas do solo e solucionar as limitações de fertilidade, foram desenvolvidas técnicas de correção e adubação dos solos e plantas mais tolerantes às condições do Cerrado (MACEDO, 1996). Porém, o uso dessas áreas necessita de aporte contínuo de nutrientes, a fim de garantir o bom desenvolvimento das plantas e sua produtividade. Aliado a isso, o uso de práticas conservacionistas que garantam a ciclagem dos nutrientes e, conseqüentemente, o seu aporte.

Os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas e animais movimentam-se por meio dos solos, das plantas, dos animais e dos resíduos de origem vegetal e animal. Essa seqüência de transferências representa a forma mais simples de ciclagem de nutrientes. Muitas vezes a ciclagem de nutrientes é policíclica, o que significa que um elemento pode realizar a ciclagem mediante vários processos, dentro de um compartimento, como o solo, antes de ser transferido ao próximo compartimento, como as plantas, por exemplo. Nos sistemas agropecuários o tempo para que um nutriente complete um ciclo varia de minutos, em transferências que envolvem microrganismos, a meses, para absorção e crescimento das plantas em cultivos anuais e, a anos, para o consumo e crescimento de animais (BORKERT et al., 2003).

Nas condições naturais, a ciclagem de nutrientes refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, por meio da queda de resíduos da parte aérea, os quais irão formar a serapilheira, e de sua posterior decomposição, sendo reabsorvidos pela planta ou por outros organismos. A porcentagem de restituição varia com a espécie vegetal e o local onde esta se encontra (MELO; RESCK, 2003). Transportando para as áreas de produção, o SPD constitui uma ciclagem constante de nutrientes, sendo potencializada com a associação de rotações de culturas e plantas de cobertura, incluindo espécies com sistema radicular capaz de alcançar profundidades que não seriam exploradas por outras.

Resíduos culturais no solo são uma importante reserva de nutrientes. Sua disponibilização pode ser rápida ou lenta, de acordo com a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividades macro e microbiológica do solo e qualidade e quantidade do resíduo vegetal (ALCÂNTARA et al., 2000; OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002). Diversas espécies de plantas de cobertura do solo podem ser utilizadas, mas, para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial, cultivada em sucessão (BRAZ et al., 2004).

O conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes é fundamental, para que se possa compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, que contribui com a manutenção da umidade e com a proteção do solo contra efeitos erosivos (BOER et al., 2007) (Fig. 3).

A mineralização dos restos de culturas de cobertura, considerando somente os compartimentos planta e solo, é um sistema aberto, com entrada de nutrientes via adubos e restos vegetais, que mineralizam em diferentes velocidades. No caso do N, que é um elemento móvel no sistema, estima-se que 60% a 70% desse nutriente, encontrado na biomassa vegetal heterotrófica, é reciclado e novamente absorvido pelas plantas do cultivo seguinte (SPAIN; SALINAS, 1985). A quantidade de N que retorna ao solo na forma de resíduos de plantas constitui considerável porção do N total absorvido pelas plantas, comparada à pequena parte do que é liberado pelas raízes e do que é lavado das folhas pela chuva.

Segundo Jones e Woodmansee (1979), cerca de 77% do P das folhas e 79% do P das raízes mortas ficam disponíveis para o crescimento das plantas cultivadas logo após o cultivo da cultura de cobertura. Embora o P seja pouco solúvel, pode retornar ao solo por chuvas de alta intensidade (BROMFIELD, 1961). Entre 69% e 80%

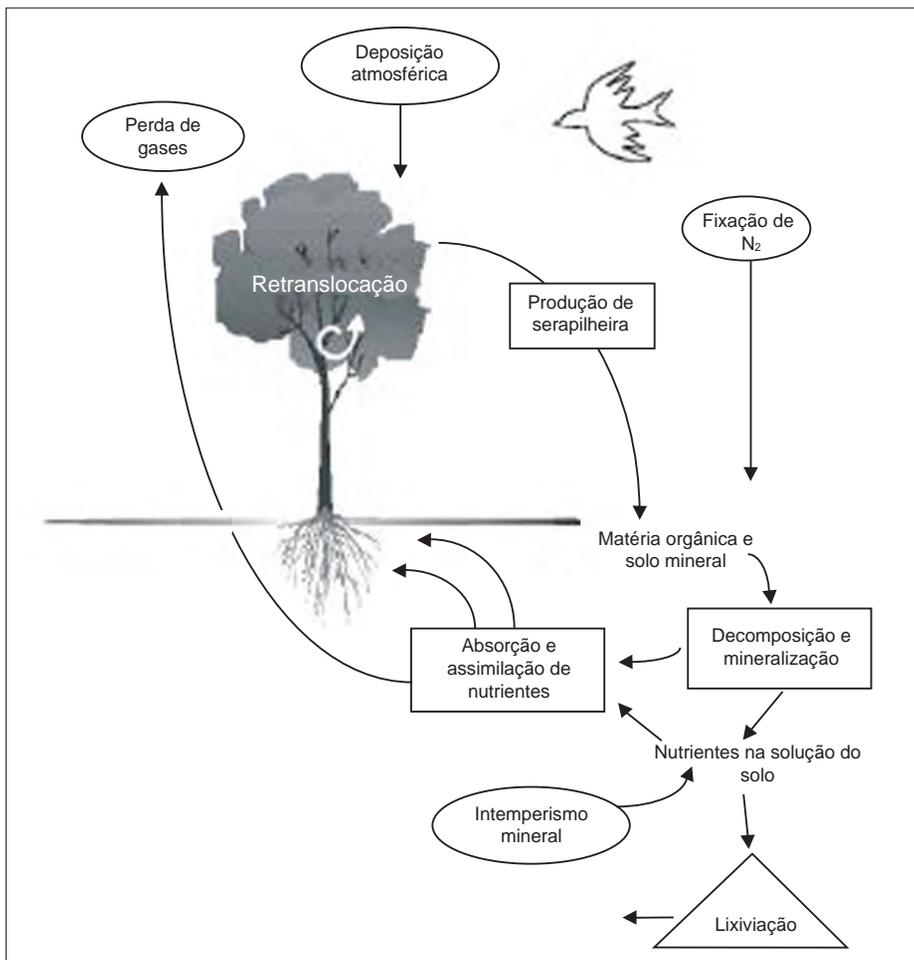


Figura 3 - Ciclagem de nutrientes em uma floresta tropical

FONTE: Schlesinger (1997).

do P total na planta pode ser lavado da vegetação dessecada ou morta. A intensidade e duração da chuva, o intervalo entre dormência ou senescência do tecido e a primeira precipitação afetam as quantidades de P que retornam ao solo, proveniente dessa biomassa em estado latente ou morto.

O K é normalmente o mineral mais abundante no tecido vegetal e como se apresenta predominantemente na forma iônica K^+ , a decomposição dos seus restos vegetais o libera na sua totalidade, rapidamente. Assim, pode-se considerar, como 100%, o aproveitamento do K proveniente dos restos de culturas, porém podem ocorrer perdas por lixiviação, quando se trata de solos arenosos (SPAIN; SALINAS, 1985).

Diversos estudos indicam que grande parte da MO do solo adicionada pode-se mineralizar ao longo do ano e menos

de 30% transformam-se em substâncias húmicas. Assim, os resíduos orgânicos remanescentes no solo podem ser apenas 10% do material inicialmente aplicado. Cerca de 20% dos resíduos da parte aérea e de 20% a 50% dos resíduos radiculares podem ser transformados em húmus. O restante torna-se CO_2 (RESCK et al., 2008).

Em SPD, o uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo, sendo liberados, posteriormente, na camada superficial pela decomposição de sua fitomassa. A utilização de culturas na entressafra com o objetivo de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, visando à diversificação da

produção agrícola, com sustentabilidade, é uma estratégia para melhoria da qualidade ambiental, que diminui os efeitos nocivos do monocultivo (BOER et al., 2007).

O não revolvimento do solo e a manutenção da palhada em superfície resultam em menor velocidade de decomposição e menor liberação de nutrientes, quando comparados ao revolvimento do solo e à incorporação da palhada. A fim de descrever a liberação de nutrientes pela palhada, o modelo mais frequentemente usado é o exponencial simples, descrito por Wieder e Lang (1982 apud MORAES, 2001; TORRES et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2009) que, por meio de uma constante, caracteriza a liberação de nutrientes e facilita as comparações de resultados. A velocidade de decomposição, bem como o acúmulo de nutrientes na biomassa e sua liberação, varia entre as gramíneas e leguminosas. Moraes (2001) observou que a mineralização dos nutrientes no milho e no sorgo, no inverno, ocorreu com mais intensidade nos primeiros 63 dias após a dessecação, ao passo que Torres et al. (2005), em estudo realizado na primavera, observaram maior acúmulo de N na crotalaria e guandu, com maiores taxas de liberação de N, até 43 dias após a dessecação. Na utilização da soja para fins de adubação verde em diferentes estádios de desenvolvimento, Padovan et al. (2006) observaram que a mineralização do N dos resíduos vegetais demorou de 20 a 34 dias para atingir a meia-vida. Trabalhos demonstraram que as leguminosas apresentam maiores taxas iniciais de liberação de nutrientes, fato que pode ser explicado principalmente pela baixa relação C/N do material.

Adubação verde é a prática de cultivo e incorporação de plantas, produzidas no local ou adicionadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar os teores de MO e nutrientes dos solos (SILVA; DONADIO; CARLOS, 1999). A principal vantagem do emprego de espécies leguminosas na adubação verde é reduzir a aplicação de N via adubo químico, pois essas plantas fixam N do ar, por meio de simbiose com bactérias

do gênero *Rhizobium*, enriquecendo o solo com esse macronutriente. O material orgânico produzido, geralmente rico em macro e micronutrientes, aumenta a CTC do solo, a infiltração e a retenção de água, tornando mais favoráveis as condições para o desenvolvimento microbiano, tendo ainda algumas espécies efeitos alelopáticos sobre nematoides e plantas invasoras (SILVA et al., 2002).

Uma opção seria a utilização dos consórcios entre gramíneas e leguminosas, já bastante utilizado na Região Sul do País, necessitando de ajustes para espécies utilizadas e boa produção de fitomassa nos Cerrados. De acordo com Giacomini et al. (2003), tal consórcio resulta em material com relação C/N intermediária àquela das espécies em questão, com menor taxa de decomposição, se comparada à das leguminosas isoladas, proporcionando cobertura de solo por mais tempo, e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas. Cita-se, ainda, a liberação mais rápida dos nutrientes dos resíduos da leguminosa, disponibilizando-os mais rapidamente para a cultura principal.

Teixeira et al. (2009), ao consorciar milho e *Crotalaria juncea*, em linhas alternadas (Fig. 4), obtiveram maior produção de fitomassa seca do consórcio, comparado com o milho solteiro (12,450 contra 6,900 t/ha), além de maiores acúmulos de todos os macronutrientes, com exceção do S (Quadro 3). A palhada do consórcio, aos 20 dias após a emergência (DAE) da cultura do feijoeiro, já havia liberado 170,6 kg/ha de N, valor bastante superior à recomendação oficial da adubação nitrogenada em cobertura da cultura, para o estado de Minas Gerais, de 60 kg/ha, dividida em duas aplicações, aos 20 e 30 DAE (CHAGAS et al., 1999). No mesmo ensaio, a cultura do feijoeiro não respondeu à adubação nitrogenada em cobertura, dividida em duas aplicações, sendo a maior dose de 120 kg/ha (TEIXEIRA, 2007).

Em relação aos demais macronutrientes primários, aos 53 DAE da cultura, a



Cícero Monti Teixeira

Figura 4 - Consórcio milho x *Crotalaria juncea*, com linhas alternadas, espaçadas a 25 cm

QUADRO 3 - Acúmulos iniciais de macronutrientes (kg/ha) das palhadas de milho (M) e milho+crotalária (M+C)

Palhada	Acúmulo					
	N	P	K	Ca	Mg	S
M	131,10 b	18,23 b	161,25 b	36,19 b	10,27 b	18,63 a
M+C	252,11 a	30,67 a	210,45 a	127,60 a	30,72 a	22,18 a
CV (%)	20,37	11,13	5,21	21,11	18,78	9,41

FONTE: Dados básicos: Teixeira et al. (2009).

NOTA: Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, para cada palhada, não diferem significativamente, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação.

palhada do consórcio já havia liberado 23,2 kg/ha de P, o que corresponderia a mais de 53 kg/ha de P_2O_5 , e aos 43 DAE 153 kg/ha de K, o que corresponderia a mais de 184 kg/ha de K_2O (TEIXEIRA et al., 2009). Cabe ressaltar que o P e o K reciclados pelas plantas de cobertura já estavam presentes no solo, não havendo adição desses elementos. Por outro lado, as plantas de cobertura utilizadas possuem sistemas radiculares agressivos e profundos, se comparados ao do feijoeiro (PEREIRA FILHO et al., 2003; WUTKE, 1993), extraíndo os nutrientes de camadas que não seriam exploradas pela cultura.

Segundo Primavesi, Primavesi e Armelin (2002), em plantas utilizadas como cobertura, observa-se que a quantidade de nutrientes acumulados depende da espécie, da fertilidade do solo, do estágio fenológico na dessecação, da relação C/N, da época de plantio, além das condições climáticas.

Boer et al. (2007), em trabalho com coberturas de amaranto, milho e capim-pé-de-galinha obtiveram produção de fitomassa seca de 2.891, 10.801 e 8.753 kg/ha, com relações C/N de 21, 34 e 29, respectivamente. Esses autores observaram maior acúmulo de N e Mg na palhada do capim-pé-de-galinha, e

K, na palhada do milho. As gramíneas também acumularam maiores quantidades de P, Ca e S em relação ao amaranto, o que demonstra o grande potencial de acúmulo dessas espécies. De maneira semelhante, Braz et al. (2004) observaram grande acúmulo de N (348 kg/ha) e K (314 kg/ha) no milho, quando o plantio foi realizado no verão, em região do Cerrado, com elevado índice pluviométrico e elevadas temperaturas.

Em sistemas ILP, a proporção dos nutrientes que retornam ao solo, por meio das fezes de bovinos durante o pastejo, pode variar entre os diversos sistemas de produção. Estimativas destas proporções podem ser feitas pelo conhecimento da quantidade e composição do alimento consumido, além de informações sobre a exigência do animal. Da forragem consumida pelos animais em pastejo, pequena proporção dos nutrientes minerais é retida nos produtos animais. Cerca de 60% a 99% dos nutrientes ingeridos podem retornar à pastagem pelas excreções. Entre os macronutrientes, o P, o Ca e o Mg são excretados principalmente nas fezes; o N e o S podem ser excretados em significativas proporções, tanto nas fezes como na urina; e o K é excretado em maior quantidade na urina (BRAZ et al., 2002).

Neste contexto, conhecimentos sobre a liberação de nutrientes da fitomassa de espécies cultivadas que antecedem a cultura comercial são necessários, já que existe carência de informações sobre o processo de mineralização de nutrientes durante um período mais prolongado no SPD, com espécies alternativas, adaptadas às condições edafoclimáticas dos Cerrados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SPD nas regiões dos Cerrados é de ocorrência relativamente recente. Iniciou no começo da década de 1990, tendo sido utilizado, muitas vezes, de forma errônea, não levando em consideração a necessidade de manutenção da palhada,

para que atinjam todas as vantagens do sistema, em seu máximo potencial.

Tais vantagens vão muito além da simples economia de operações de revolvimento do solo. Ainda no âmbito econômico, se bem conduzido, é possível associar a redução de adubações e de fixação de P; aumentando a CTC e, conseqüentemente, reduzindo sua lixiviação, principalmente do K, e fazendo a ciclagem de nutrientes de profundidades do perfil que não seriam explorados pelas culturas, reduzindo as perdas por erosão e, conseqüentemente, da camada fértil, construída ao longo dos cultivos e, em maior prazo, reduzindo a demanda por adubação nitrogenada, com o aumento do teor de MO.

O produtor deve estar ciente de que todas essas vantagens proporcionarão ganhos, em médio e longo prazos, o que pode ser enfatizado com trabalhos de pesquisa regionais, havendo grande demanda por análises financeiras das características avaliadas com resultados de maior impacto no setor agrícola.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F.A. de et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, fev. 2000.
- ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; CRUZ, J.C. Plantio: Integração Lavoura-Pecuária. In: CRUZ, J.C. **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/integracao.htm>. Acesso em: 22 out. 2010.
- BERNARDI, A.C. de C. et al. **No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação do algodoeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 8p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 24).
- BOER, C.A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, set. 2007.

BORKERT, C.M. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.143-153, jan. 2003.

BRAZ, A.J.B.P. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.2, p.83-87, 2004.

BRAZ, S.P. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p.858-865, 2002. Suplemento.

BROCH, D.L.; RANNO, S.K. Consórcio milho safrinha/pastagem. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2009**. Maracaju: 2009. cap. 3, p.31-46. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/page.php?87>>. Acesso em: 22 out. 2010.

BROMFIELD, S.M. Sheep faces in relation to the phosphorus cycle under pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.12, n.1, p. 111-123, 1961.

CHAGAS, J.M. et al. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.306-307.

CORRÊA, L. de A.; SANTOS, P.M. **Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon***. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 36p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 34).

CRUZ, J.C. et al. Manejos de solo: Sistema Plantio Direto. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 2.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1). Versão eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivoMilho_2ed/mandireto.htm>. Acesso em: 22 out. 2010.

FERREIRA, A.C. de B. et al. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em

- plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.6, p.546-553, jun. 2010.
- FONTANELI, R.S. et al. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.349-355, fev. 2000.
- GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.325-334, mar./abr. 2003.
- JONES, M.B.; WOODMANSEE, R.G. Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems. **Botany Review**, New York, v.45, n.2, p.111-144, 1979.
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- KLUTHCOUSKI, J. et al. Integração Lavoura-Pecuária e o manejo de plantas daninhas. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMA AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL COM COLHEITA ECONÔMICA MÁXIMA, 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. 1 CD-ROM.
- _____. et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz – I**: Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20p. (EMBRAPA-CNPAP Documentos, 33).
- _____. et al. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: Integração Lavoura-Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).
- MACEDO, J. Os solos da região dos Cerrados. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.135-155.
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.415-422, abr. 2010.
- MELO, J.T. de; RESCK, D.V.S. **Retorno ao solo de nutrientes de serapilheira de *Eucalyptus cloeziana* no Cerrado do Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 16p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 91).
- MORAES, R.N. de S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- NUNES, U.R. et al. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.943-948, jun. 2006.
- OLIVEIRA, T.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, ago. 2002.
- PADOVAN, M.P. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.667-672, abr. 2006.
- PEREIRA FILHO, I.A. et al. **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 29).
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; ARMELIN, M.J.A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v.77, p.89-102, 2002.
- RESCK, D.V.S. et al. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G. de A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap.21, p.359-417.
- SANZONOWICZ, C. **Solos do Cerrado**. Brasília: EMBRAPA, 2007. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_14_911200585231.html. Acesso em: 26 out. 2010.
- SCHLESINGES, W.H. **Biogeochemistry: an analysis of global change**. 2.ed. New York: Academic Press, 1997. 588p.
- SILVA, J.A.A. da; DONADIO, L.C.; CARLOS, J.A.D. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 37p. (FUNEP. Boletim Citrícola, 9).
- _____. et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-‘Pêra’. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.225-230, abr. 2002.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p.259-299.
- TEIXEIRA, C.M. **Consórcio gramínea x leguminosa e adubação nitrogenada no plantio direto do feijoeiro**. 2007. 152p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- _____. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.647-653, 2009.
- _____. et al. Sobressemeadura de milheto na soja para produção de palha no sistema plantio direto. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010, Brasília. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2010. p.477-479.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do Sistema Plantio Direto. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.
- TORRES, J.L.R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.609-618, jul./ago. 2005.
- WUTKE, E.B. Adubação verde, manejo da fitomassa e espécies utilizadas no estado de São Paulo. In: _____; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. (Coord.). **Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1993. p.17-29. (IAC. Documento, 35).

Estratégias para recuperação e renovação de pastagens

*Ronan Magalhães de Souza*¹
*Maria Celuta Machado Viana*²
*Valdir Botega Tavares*³
*Jalison Lopes*⁴
*Adriano de Souza Guimarães*⁵
*Dawson José Guimarães Faria*⁶

Resumo - O uso de tecnologias para a recuperação de áreas degradadas, sobremaneira de pastagens, tem sido empregado cada vez mais pelos técnicos e produtores rurais, com vistas a reverter os baixos índices produtivos dos rebanhos brasileiros nos últimos anos. As estratégias são embasadas em trabalhos e técnicas desenvolvidas e validadas pelos centros de pesquisa do País, com o propósito de racionalizar o uso da terra por metodologias que otimizam as práticas agrícolas como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e o manejo da fertilidade do solo e do animal. Neste contexto, são apresentadas algumas técnicas de monitoramento e reversão dos processos de degradação de pastagem que assolam grande parte das propriedades rurais brasileiras.

Palavras-chave: Degradação de pastagem. Pasto. Integração Lavoura-Pecuária. Plantio Direto.

INTRODUÇÃO

Tentativas de manejar sistemas de produção sob pastejo, com ausência de insumos e de manejo adequado, são insustentáveis.

Contudo, este tipo de atitude vem cedendo espaço ao uso de práticas, como o manejo da fertilidade do solo, da pastagem e do animal em pastejo, as quais priorizam a longevidade da atividade e dos recursos ali aplicados.

Segundo estimativas do Censo Agropecuário 2006 (2007), o efetivo de animais bovinos, com aproximadamente 170 milhões de cabeças, em 2006, foi 216% maior

do que o computado na década de 1970 (78,5 milhões de cabeças). Curiosamente, os dados de áreas ocupadas com pastagens (172,3 milhões de hectares) representaram uma redução de 3,8% e 3%, em relação aos anos de 1985 e 1995, respectivamente. A participação do País no mercado mundial de grãos (soja, por exemplo) – o que provocou a substituição das áreas ocupadas com pastagens por lavouras, na década de 1996-2006 –, a utilização da cana-de-açúcar como fonte de energia alternativa e a intensificação das pastagens estabelecidas, possivelmente foram as causas das

estimativas do IBGE.

Esses indicadores evidenciam a melhoria dos sistemas pastoris já implantados, onde a agropecuária está deixando de ser extrativista e migratória para concentrar seus esforços na manutenção das áreas estabelecidas, lançando mão de sistemas tecnificados responsáveis por incrementos na produção dos animais criados sob pastejo.

Entretanto, deve-se atentar para o fato de que as forrageiras comerciais foram melhoradas sob a ótica de avaliação de espécies que se adaptaram a determinadas

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: ronan@unipam.edu.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste - Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Prudente de Moraes-MG. Correio eletrônico: mcv@epamig.br

³Zootecnista, D.Sc., Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: valdirbotega@unipam.edu.br

⁴Zootecnista, Dr., Prof. Universidade Federal de Roraima (UFRR) - Centro de Ciências Agrárias, Campus Cauamé, BR 174, km 12, Bairro Montes Cristo, CEP 69300-000 Boa Vista-RR. Correio eletrônico: jalisonufla@gmail.com

⁵Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: adriano.guimaraes@epamig.br

⁶Zootecnista, D.Sc., Prof. Instituto Federal do Triângulo Mineiro, CEP 38064-790 Uberaba-MG. Correio eletrônico: dawson@iftm.edu.br

condições, quando testadas num ambiente e manejo qualquer (lotação animal, adubação, altura de corte ou de pastejo e resíduo, etc.). Ignorar esses preceitos é a forma equivocada de utilização desses materiais. As consequências são dispendiosas, demandam tempo e custos e conduzem para a exaustão do sistema, culminando com a degradação da pastagem.

Atualmente, diversas técnicas vêm sendo empregadas como estratégias para a recuperação/renovação das pastagens, destacando o uso de máquinas e implementos agrícolas, o manejo da fertilidade do solo, o uso de leguminosas forrageiras consorciadas com gramíneas, a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), etc. Este trabalho tem por objetivo abordar o uso de metodologias que contribuam para a identificação de pastagens degradadas, bem como demonstrar tecnologias que estão sendo empregadas na solução dos problemas referentes ao tema.

FATORES ENVOLVIDOS E CAUSAS DE DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS

Identificar o princípio dos processos relativos à degradação do sistema, bem como dos fatores envolvidos, e evitar que estes mecanismos de degeneração comecem a atuar, é a forma correta de manejo de uma pastagem. Esta etapa é crucial para a elucidação dos processos e planejamento das estratégias de recuperação/renovação da pastagem.

Para o melhor entendimento das causas atuantes na degradação devem-se enfatizar os fatores diretamente relacionados a estas como, por exemplo:

- espécies utilizadas, preparo inicial do sistema e taxa de semeadura;
- manejo do pastejo ou do corte da forragem: índice de área foliar residual (IAF residual), taxa de lotação (número de unidades animais (UA/ha), pressão de pastejo (kg de peso vivo/kg de forragem disponível), intervalo entre cortes, período de ocupação, dentre outros;

c) fertilidade do solo na implantação e manutenção da pastagem;

d) infestação por plantas invasoras, pragas e doenças.

A interação entre esses fatores é responsável por um mecanismo de causa e efeito que cada componente exerce sobre o outro. Entender as inter-relações entre eles, bem como manejá-los buscando a harmonia destes itens é complexo, pois possui inúmeras particularidades e subjetividades.

Dessa forma, as pastagens degradadas surgem como consequência do manejo incorreto adotado, tanto na implantação como na manutenção das plantas forrageiras (MACEDO, 1995). O problema é decorrente de ações como a escolha da espécie forrageira inadequada às condições ambientais, a falta de ajuste nas lotações animais, a falta de controle eficiente de pragas, plantas invasoras e doenças e, principalmente, a ausência do monitoramento do solo (atributos físicos e químicos), bem como da manutenção destas características.

No Brasil, a degradação das pastagens tem como um dos seus principais precursores a escolha do terreno. Sabe-se que gran-

de parte do total de pastagens cultivadas no País foi implantada em áreas marginais em relação aos locais destinados às lavouras, principalmente aquelas utilizadas em função do seu grande valor industrial para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar, dentre outros (MACEDO, 2005). Isso forçou a implantação dos sistemas pastoris em locais mais acidentados com uma ou mais limitações no solo: fertilidade muito baixa, má drenagem, textura arenosa, pedregosidade, etc. (SOARES; MACEDO, 1991).

A oportunidade gerada pela ILP oportuniza o emprego de pastagens em locais antes selecionados apenas para a agricultura. Isso pode reduzir o efeito negativo nas plantas forrageiras ocasionado pelo ambiente inóspito.

Fases da degradação

Macedo (1999) representa esquematicamente as fases que culminam com a degradação da pastagem (Gráfico 1). No topo do Gráfico estão os maiores índices de produção, à medida que descem os degraus (com a utilização da pastagem), avança-se no espaço cronológico e no processo de degradação. Até um determinado ponto, ou

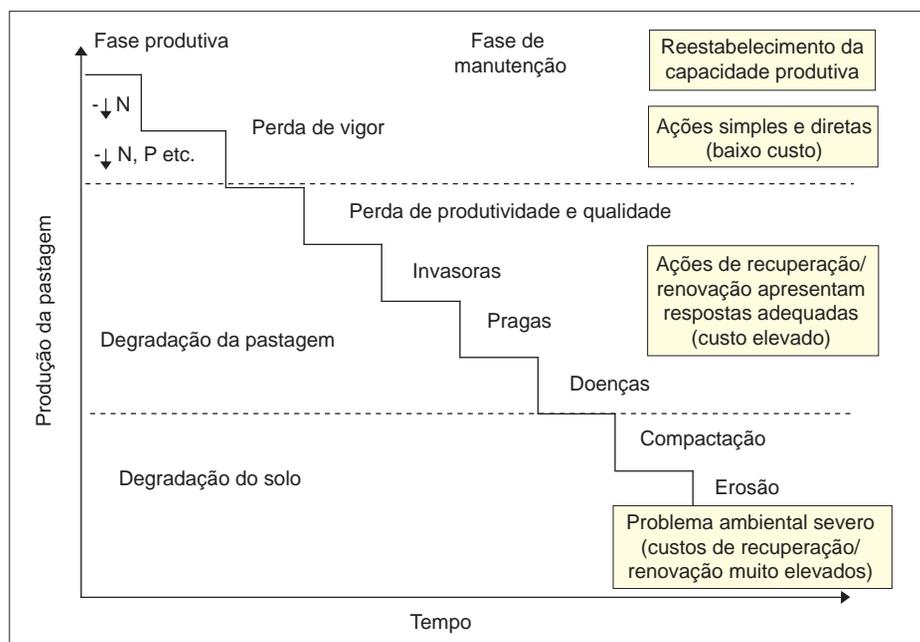


Gráfico 1 - Representação gráfica simplificada do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo

FONTE: Dados básicos: Macedo (1999).

NOTA: N - Nitrogênio; P - Fósforo.

certo degrau, haveria condições de conter a queda nos rendimentos das forrageiras e manter a produção por meio de ações mais simples, diretas e com menores custos operacionais. A partir desse patamar, chega-se no processo de degradação, em que só as ações de recuperação ou de renovação, muitas vezes mais severas e dispendiosas, apresentariam respostas adequadas.

O final do processo encerra com a ruptura dos recursos naturais, representado pela degradação do solo com alterações em sua estrutura, evidenciadas pela compactação e a consequente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção da água, bem como da regeneração

natural de espécies que não apresentam interesse zootécnico.

Caracterização dos processos de degradação

As metodologias adotadas para esta etapa consideram, dentre outros fatores, a proporção de cobertura vegetal com forragem, com invasoras e o solo descoberto (algumas vezes com sinais de erosão). Nascimento Júnior, Queiroz e Santos (1994) afirmam que a redução da produção e a mudança na composição botânica da pastagem são dois parâmetros relevantes nos critérios de avaliação de pastagem degradada. Esses mesmos autores propõem uma escala com base na

produção, composição botânica, relação folha/haste, densidade e altura de plantas e na presença de erosão (Quadro 1).

Outra descrição foi proposta por Spain e Gualdrón (1991 apud COSTA et al., 2006) (Quadro 2). Neste esquema atribuem-se estádios de degradação em função da avaliação do vigor, qualidade e população de plantas forrageiras, das invasoras, formigas e cupins, cobertura do solo e erosão.

As alterações nos rendimentos dos animais também servem como indicadores para avaliação das pastagens. Neste ponto, as pastagens degradadas ou em vias de degradação apresentam uma taxa de lotação reduzida mediante os baixos índices produtivos de forragem.

QUADRO 1 - Classificação de degradação para pastagem de *Brachiaria decumbens*

Classificação	Produção de matéria seca (MS) (t/ha)	Presença de braquiária na composição botânica (%)	Altura média das plantas (cm)	Relação folha/haste	Sinais de erosão
Excelente	Acima de 2.500	Mais de 75	Maior que 40	Maior que 1	-
Boa	De 2.500 a 1.500	Entre 50 e 75	Próximo de 40	Próximo de 1	-
Razoável	De 1.500 a 750	Entre 25 e 50	Abaixo de 40	Abaixo de 1	Incipiente
Pobre	Menor que 750	Menos de 25	Abaixo de 40	Abaixo de 1	Evidente

FONTE: Dados básicos: Nascimento Júnior, Queiroz e Santos (1994).

QUADRO 2 - Estádios de degradação de pastagens de acordo com os parâmetros restritivos, declínio na produtividade e grau de deterioração

Estádio de degradação	Parâmetro restritivo	Declínio na produtividade (%)	Grau de deterioração
1	Redução do vigor, crescimento e qualidade da forragem disponível.	<25	Leve
2	Diminuição da população de plantas forrageiras novas e de invasoras.	25-50	Moderado
3	Diminuição da população de plantas forrageiras, aumento das invasoras e compactação do solo.	50-75	Forte
4	1+2+3+formigas e cupins.	>75	Muito forte
5	1+2+3+4+fraca cobertura do solo.	>75	Muito forte
6	1+2+3+4+5+erosão.	>75	Muito forte

FONTE: Dados básicos: Spain e Gualdrón (1991 apud COSTA et al., 2006).

ESTRATÉGIAS PARA RENOVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA PASTAGEM

As técnicas descritas a seguir são passíveis de ser adotadas pela grande maioria das propriedades rurais do País. De maneira genérica, deverá ocorrer aumento da eficiência do sistema com reflexos positivos na produtividade e disponibilidade de pasto.

Calagem e adubação na recuperação/renovação de pastagens

Uma das principais causas da degradação das pastagens é a redução da fertilidade do solo, em razão de nutrientes perdidos no processo produtivo, por exportação no corpo dos animais, erosão, lixiviação, volatilização, fixação e acúmulo nos malhadores (MARTINS et al., 1996). O somatório dessas perdas pode chegar a mais de 40% do total de nutrientes absorvidos pela pastagem em um ano de crescimento, o que provoca o empobrecimento contínuo do solo e a redução no crescimento das pastagens a uma taxa de, aproximadamente, 6% ao ano. Associado a este fator, observa-se que a reposição natural que ocorre em pastagem por meio de fezes e urina, folhas e hastes mortas é irregular e insuficiente para manter a produtividade (SANTOS; NEIVA; NOBREGA, 2008). Dessa forma, para a completa recuperação da capacidade produtiva de uma pastagem, a reposição de nutrientes é imprescindível.

A recuperação da capacidade produtiva da pastagem, mediante calagem e adubação, deve ser com base nas recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CANTARUTTI et al., 1999), a qual leva em consideração os níveis de nutriente no solo e o nível tecnológico a ser adotado (exigência das forrageiras), para determinar as dosagens aplicadas.

A forma de aplicação dos nutrientes na pastagem vai depender da estratégia de recuperação direta (realizada sem cultivos anuais), que será adotada, e esta, por sua

vez, é definida pelo grau de degradação da pastagem. A recuperação direta sem preparo do solo é usada quando o fator limitante à produção ou a causa da degradação for apenas manejo inadequado da pastagem e/ou deficiência de nutrientes, observando-se apenas queda da capacidade produtiva da pastagem. Nesta situação, deve-se realizar a aplicação superficial de adubos e corretivos com base em análises de solo e produtividade buscada (KICHEL, 2006).

A efetividade da correção superficial de nutrientes depende da pastagem estar bem formada, com solo sem compactação, livre de invasoras e erosão. Para correção da acidez do solo, não se deve aplicar mais do que 2 a 2,5 t de calcário/hectare/ano na superfície (dividir a dose em mais anos, para quantidades maiores). Recomenda-se que, após a aplicação do calcário, o uso de gesso agrícola (50 kg para cada 1% de argila) ou superfosfato simples auxilia a incorporação mais rápida e profunda do Ca e do Mg. O calcário deve ser aplicado de julho a novembro; o P de outubro a novembro e, N e K de outubro a janeiro (KICHEL, 2006).

A recuperação direta com preparo mínimo do solo deve ser usada quando o fator de degradação for a compactação do solo e/ou pastagens malformadas, com deficiências ou não de nutrientes. Usa-se um subsolador ou escarificador, para descompactar o solo. Com um subsolador com caixa opcional para adubo e semente, é possível em uma mesma operação fazer a descompactação adubação e um reforço de sementes da espécie forrageira. Após a utilização do escarificador, as sementes e o adubo poderão ser incorporados com uma grade niveladora. Estas operações deverão ser realizadas entre os meses de outubro a janeiro (KICHEL, 2006).

A recuperação direta da pastagem com preparo total do solo deve ser realizada em solos com alto grau de acidez e deficiência de nutrientes, acompanhados de outros fatores como erosão do solo, alto índice de invasoras, grande quantidade de cupins e formigas, compactação, dentre outros.

Nessas situações a pastagem estará em avançado grau de degradação, e o preparo total do solo será inevitável. Conforme a análise de solo, o calcário deverá ser aplicado de junho a agosto, com incorporação usando-se grade pesada. A técnica de aração ou grade pesada ou subsolador deverá ser realizada em setembro e a aplicação de adubação de correção, conforme análise de solo, o reforço de sementes e a passagem de grade intermediária ou niveladora deverão ser realizados entre outubro e janeiro (KICHEL, 2006).

É importante salientar que o P necessário para o ano deve ser colocado no início do período chuvoso; o K e o N devem ser parcelados em duas ou três aplicações, com doses a partir de 40 a 50 kg/ha do nutriente. Uma vez equilibrados os outros nutrientes, a maior resposta em produção de forragem é atribuída à adição de fertilizantes nitrogenados. Sendo assim, o N é um nutriente muito importante para o rendimento da forrageira (KICHEL, 2006).

Com relação à fonte do adubo para adubação de pastagem, sempre que possível, devem-se utilizar as que tenham em sua composição o enxofre (S). Como exemplo, para adubo fosfatado, usar o superfosfato simples, e para o nitrogenado, usar o sulfato de amônio, procurando suprir a exigência do S. As exigências quanto a Ca e Mg são atendidas pela aplicação de calcário e a de micronutrientes pela aplicação de 40 a 50 kg/ha de *fritted trace elements* (FTE) que traz na composição boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) e apresenta um poder residual que pode variar de três a cinco anos (KICHEL, 2006).

Uma alternativa ao uso do tradicional calcário para correção da acidez do solo é a utilização do silicato de Ca e Mg, que além de corrigir a acidez do solo, com base nas mesmas recomendações feita para o calcário, fornece o silício (elemento benéfico para as plantas) e apresenta uma comprovada capacidade de disponibilizar mais P presente no solo, aumentando a eficiência das adubações (LOPES et al.,

2010). Além disso, o silicato de Ca e Mg é seis vezes mais móvel que o calcário, o que representa uma grande vantagem para aplicação em superfície e também possui maior poder residual pelo seu poder relativo de neutralização total (PRNT) mais baixo.

Uso de leguminosas na recuperação de pastagens

A recuperação de pastagens por meio da aplicação de fertilizantes nitrogenados pode tornar-se inviável por seus altos custos em determinadas regiões. Desse modo, a introdução de leguminosas nas pastagens de gramíneas surge como alternativa mais prática, eficiente e econômica para o fornecimento de N ao sistema solo-planta-animal, uma vez que este grupo de plantas, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* são capazes de fixar o N_2 atmosférico, disponibilizando-o para a gramínea associada. Assim, o uso de leguminosas nas pastagens contribui para aumentar a capacidade de suporte, melhorar o valor nutritivo da forragem e ampliar a estação de pastejo, refletindo positivamente na produção de carne e/ou leite (COSTA et al., 2006).

Dentre as estratégias de recuperação da pastagem com introdução de leguminosas destaca-se a implantação com o preparo completo do solo, preparo mínimo e plantio em faixas.

Após o preparo completo do solo, a leguminosa é semeada a lanço ou em linhas e a gramínea retorna espontaneamente do banco de sementes existentes no solo. Não deverá ser feita gradagem após o plantio (evitar aprofundamento excessivo das sementes). O uso de rolos compactadores de pneus é suficiente para cobrir as sementes e garantir o estabelecimento das espécies.

Para introduzir a leguminosa com preparo mínimo do solo (plantio direto da leguminosa) recomenda-se aplicar de 1,5 a 2 L/ha de glifosato para fazer uma supressão da gramínea para retardar seu crescimento e possibilitar o estabelecimento da leguminosa. O superpastejo antes da semeadura da leguminosa também pode

ser utilizado como alternativa eficaz para reduzir a agressividade da cobertura existente. A calagem, quando necessária, é feita na superfície e a adubação é realizada com a introdução da leguminosa. É importante que os sulcos de semeadura tenham pelo menos de 8 a 10 cm de largura para favorecer o estabelecimento da leguminosa. Assim, é necessária uma bota mais larga nos sulcadores da plantadeira. O espaçamento entre sulcos adotado deverá ser de, aproximadamente, 40 a 50 cm.

Os estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis*) e o Campo Grande (*S. macrocephala* + *S. capitata*) estão entre as melhores leguminosas para realizar a recuperação de pastagens no Cerrado. A taxa de semeadura destas leguminosas deve aumentar para 2,5 a 3 kg/ha de sementes puras viáveis (SPV). O plantio da leguminosa em faixas, nas pastagens puras de gramíneas já formadas, é mais recomendado para leguminosas semiarbustivas e arbustivas. No caso do plantio de leucena (*Leucaena leucocephala* cv. Cuningham), espaçamentos maiores poderão ser usados (até 5 m entre faixas com duas a três linhas espaçadas de 1 m por faixa).

Algumas considerações adicionais devem ser feitas em relação à adubação, especificamente para o consórcio entre gramíneas e leguminosas. A nodulação e a fixação de N_2 dependem de níveis adequados de P, Ca e pH ideal do solo, portanto, atenção especial deve ser dada à calagem e à adubação fosfatada. As leguminosas são menos eficientes que gramíneas na absorção de K, dessa forma, as adubações realizadas com este nutriente devem ser maiores em pastagens consorciadas objetivando aumentar a perenidade da consorciação.

Apesar do P ser fundamental para os processos de nodulação e fixação do N_2 atmosférico (CHAUDHARY; FUJITA, 1998), este não deve ser aplicado inicialmente em grandes quantidades, quando se introduz leguminosas em pastagens formadas por gramíneas. O ritmo de crescimento mais acelerado da gramínea em relação à leguminosa, o qual é potencializado em

situações de elevado suprimento de P, poderá impedir a formação inicial de um estande satisfatório da leguminosa no consórcio. No estabelecimento de pastagens consorciadas entre estilosantes Mineirão e capim-xaraés, com doses crescentes de P_2O_5 , variando de 25 a 200 kg/ha, Lopes (2009) observou que a dose que garantiu maior estande inicial de plantas da leguminosa foi 44 kg/ha de P_2O_5 .

Integração Lavoura-Pecuária

O uso da terra que agrega retorno econômico a serviços ambientais está sendo cada vez mais empregado por técnicos e produtores. Dentre as diversas técnicas utilizadas na recuperação/renovação de pastagens degradadas, a ILP e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) têm-se apresentado como alternativas promissoras para o produtor. Estes Sistemas vêm sendo difundidos em diversas regiões do Brasil como uma alternativa viável, tanto para a produção de grãos quanto de forragem e de madeira para diversos fins, como é o caso da ILPF, onde o componente arbóreo é inserido no sistema.

A ILP, que consiste no uso do solo tanto para agricultura como para pecuária, no mesmo ano de cultivo, está diretamente inserida como uma das opções para a restauração de áreas degradadas. Nessa ocasião, o produtor precisa ser ao mesmo tempo um bom pecuarista e um bom agricultor ou trabalhar na forma de parcerias (arrendamento, por exemplo).

O Sistema ILP otimiza o uso do solo, com aumento da produção de grãos em áreas geralmente cultivadas com pastagens, elevando a produtividade das pastagens em decorrência da sua renovação/recuperação ou aproveitamento da adubação residual da lavoura de grãos. Aliado às práticas conservacionistas, constitui alternativa econômica e sustentável para recuperar áreas degradadas, como pastagens com baixa produção de forragens e lavouras com problemas de produtividade.

Uma das técnicas adotadas para a renovação/recuperação de pastagens com o uso da integração entre agricultura e pecuária é o Sistema Plantio Direto (SPD). Trata-se de uma tecnologia que é indicada para a recuperação ou renovação de pastagens degradadas que apresentem boa cobertura do solo, mesmo com sintomas de deficiência de nutrientes. Esta prática tem-se mostrado eficiente em algumas regiões do País. Contudo, em alguns locais, muitos questionamentos precisam ainda ser elucidados.

O sistema inicia-se com uma avaliação da área e um planejamento estratégico: histórico do local, diagnósticos do solo (físico e químico), correção do microrrelevo (cupinzeiros e trilheiros de gado) e retirada de tocos e arbustos. Após esta etapa efetua-se a calagem superficialmente (de preferência seis meses antes da semeadura) e, no início das chuvas, faz-se a vedação do pasto, aguardando a rebrota para posterior dessecação. A maior limitação para sustentabilidade do SPD é a pequena deposição e a rápida decomposição da palhada na superfície do solo, em razão dos índices pluviiais mal distribuídos e das temperaturas elevadas de determinadas regiões. A falta

de palhada sob a superfície do solo é um limitante para a perenidade do SPD e isso, por vezes, limita o seu emprego na recuperação/renovação das pastagens.

A recuperação de áreas degradadas, por meio do sistema de rotação lavoura-pecuária, reúne todos os benefícios da integração descritos por Oliveira et al., (1996). Destaque especial pode ser dado para a possibilidade de mudança da espécie forrageira, fixação simbiótica do N pelas leguminosas e, principalmente, possibilidade de correção de impedimentos físicos e químicos do solo, cujos custos são amortizados pela colheita dos grãos. Este sistema é importante por eliminar plantas velhas de forrageiras no preparo do solo, ao tempo da incorporação do calcário no estabelecimento do sistema. É importante também por controlar invasoras na pós-emergência da cultura anual, sabendo-se, entretanto, que com um adequado manejo em áreas de solo e pastagem degradados dificilmente ocorrem plantas daninhas capazes de causar prejuízos às culturas anuais (OLIVEIRA et al., 1996).

Essa recuperação com sucessão ou rotação, para Zimmer et al. (1999), é recomendada a curto e a médio prazos, um a três anos, e, no último ano, volta-se a estabele-

cer a pastagem na área, recomendando-se que as culturas anuais sejam utilizadas por, no máximo, três anos, sendo então semeada a forrageira associada ao milho ou arroz.

Em solos corrigidos adequadamente com calcário, mesmo com pequena antecedência à semeadura, podem ser cultivados o sorgo, ou o milho (OLIVEIRA et al., 1996), ou a soja (BROCH; PITOL; BORGES, 1997).

Sistema Barreirão

Trata-se de uma tecnologia aperfeiçoada pela Embrapa que se baseia na renovação de pastagens pelo consórcio com culturas anuais (Fig. 1). São utilizadas como alternativas para o consórcio o arroz de terras altas ou de sequeiro, o milho, o sorgo e o milheto com gramíneas forrageiras, principalmente as braquiárias, o *Andropogon* e as cultivares de *Panicum maximum* ou com as leguminosas forrageiras como *Stylosanthes* spp., *Calopogonium mucunoides* e *Arachis pintoi* (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Este sistema foi desenvolvido com base em experiências dos produtores que, embora de maneira empírica, estabeleceram grande parte de suas pastagens nos Cerrados, consorciando-as com arroz de terras altas (OLIVEIRA et al., 1996).

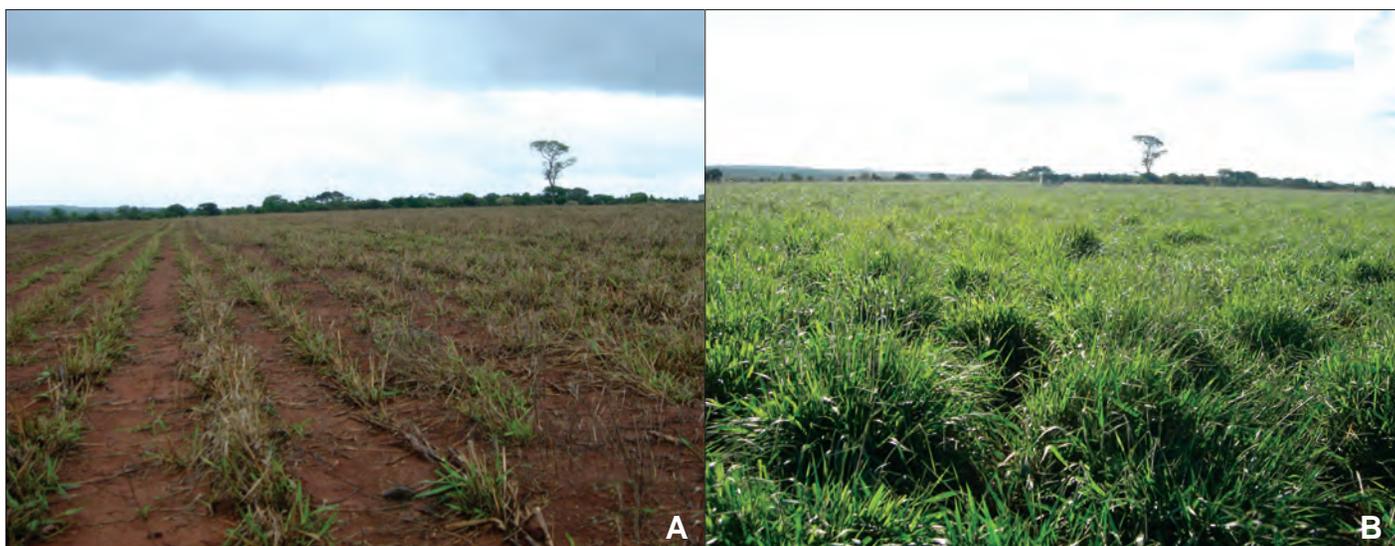


Figura 1 - Renovação de pastagem pelo Sistema Barreirão: consórcio sorgo silageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Volumax) e braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)

NOTA: A - Visão de uma área de palhada de sorgo pastejada; B - Pastagem plenamente renovada.

Nesta técnica, o preparo do solo é realizado no período seco, utilizando-se grade aradora para diminuir a população de plantas estabelecidas de braquiária e a resistência às operações de preparo do solo subsequentes. Após as primeiras chuvas, realiza-se uma aração profunda (30-35 cm), com o objetivo de colocar toda a camada orgânica e sementes de pastagem remanescentes à profundidade de não germinação. Em seguida, efetua-se a semeadura do arroz com a braquiária, sendo esta última introduzida na caixa de adubo da plantadeira. Dessa forma, o arroz é semeado em posição mais superficial (2-3 cm) e o adubo e as sementes da forrageira em posições mais profundas (8 cm) (ZIMMER et al., 1999). A técnica permite substituir espécies (renovação) de forrageiras de baixa adaptação por aquelas mais produtivas.

Sistema Santa Fé

O Sistema Santa Fé, desenvolvido pela Embrapa, consiste na semeadura simultânea do milho com a espécie escolhida de gramínea para pastejo, normalmente *Brachiaria decumbens* ou *B. brizantha*. A semeadura da forrageira pode ser feita a lanço, antes do cereal, onde a semente se acomoda sobre a superfície do solo, ou simultaneamente à do milho, em SPD. Neste último caso, utiliza-se semeadora múltipla, colocando a semente em um ou dois sulcos de semeadura, na entrelinha do milho, com aproximadamente 2 cm de profundidade. Com a senescência das plantas de milho, a forrageira se estabelece sem prejudicar o rendimento e a colheita, proporcionando boa cobertura do solo e pastagem para o gado na época da seca, além de garantir palhada para o cultivo seguinte.

O sistema de plantio pode ser tanto o direto como o convencional, em áreas de lavoura, com solo devidamente corrigido. Nestes, as culturas anuais apresentam grande performance de desenvolvimento inicial, exercendo, com isto, alta competição sobre as forrageiras, evitando, assim, redução significativa nas suas capacida-

des produtivas de grãos. O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente ao plantio da cultura anual ou na adubação de cobertura após a emergência desta.

AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS

A possibilidade de maximizar o uso do solo com a exploração de várias atividades, com retorno econômico no curto, médio e longo prazos é um dos fatores de motivação para a implantação dos Sistemas ILP e ILPF em diversas propriedades rurais. No entanto, por se tratar de uma tecnologia ainda recente para a grande maioria dos agricultores, tem gerado dúvidas quanto aos custos de sua implantação e condução, além do retorno econômico que poderá ser obtido nos anos seguintes à instalação do sistema.

Yokoyama et al. (1999) compararam a economicidade de algumas técnicas de re-

cuperação de pastagens utilizando o Sistema Barreirão, o consórcio com lavoura de arroz e milho e a implantação da pastagem de *B. brizantha* pelo método convencional. Esses autores demonstraram que a recuperação do pasto em consórcio com a lavoura apresenta vantagem sobre a recuperação pelo sistema convencional, quando se empregou somente a *B. brizantha*, por causa da receita gerada pelo grão, que cobre parte dos custos de recuperação da pastagem.

A formação da pastagem, utilizando o milho, teve uma taxa de amortização dos custos baixa (49%), em relação à utilização da cultura do arroz (Quadro 3). Isto ocorreu em função do rendimento do milho ter ficado muito aquém (2.040 kg/ha) da média obtida em outros locais, quando utilizou-se o Sistema Barreirão, que foi de 3.600 kg/ha. Simulando os cálculos, com base neste rendimento obtém-se que 87% dos custos de produção da lavoura e da recuperação da pastagem teriam sido pagos com a produção do milho. As áreas foram pastejadas, no sistema rotacionado,

QUADRO 3 - Custos de produção (US\$/ha) de recuperação de pastagem utilizando a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (Sistema Barreirão) e o sistema convencional

Especificação	Método de recuperação			
	M+B	A+B	A+C+B	SC
Preparo do solo	31,06	31,06	31,06	20,69
Plantio	259,16	202,24	237,33	70,46
Tratos culturais	136,71	62,64	62,64	-
Colheita	44,33	48,25	50,29	-
Administração	15,43	11,20	11,20	2,81
Custo total da recuperação	486,69	355,39	392,52	93,93
Receita com a lavoura	238,68	292,50	374,40	-
Custo líquido da recuperação	248,01	62,89	19,12	93,93
Taxa de amortização do custo	49%	82%	95%	0%

FONTE: Dados básicos: Yokoyama et al. (1999).

NOTA: M+B - Milho + *Brachiaria brizantha* (Sistema Barreirão); A+B - Arroz + *B. brizantha* (Sistema Barreirão); A+C+B - Arroz + *Calopogonium mucunoides* + *B. brizantha* (Sistema Barreirão); SC - Sistema convencional (aplicação de calcário, gradagem com grade aradora, aplicação de superfosfato simples, gradagem com grade aradora, distribuição a lanço de 12,5 kg/ha de sementes (VC=40%) de *B. brizantha* e passagem do rolo compactador).

com bezerros desmamados pesando em média 176 kg. Foram observados maiores lotação animal (4,88 cabeças/hectare) e ganho de peso (699,45 kg de peso vivo/hectare) na pastagem recuperada com o plantio do milho, em relação às áreas onde se utilizou a cultura do arroz ou o método convencional.

Resultados de recuperação de uma pastagem degradada, na Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR) da EPAMIG Centro-Oeste, localizada na região Central de Minas Gerais, demonstraram que o melhor desempenho econômico foi obtido na pastagem recuperada utilizando a ILP. O milho foi plantado consorciado com a *B. brizantha* cv. Xaraés e no sistema solteiro, sendo colhido para silagem. As produtividades do milho foram semelhantes tanto

no sistema consorciado quanto no solteiro (Quadro 4), indicando que o plantio da braquiária consorciada com o milho não causou redução na produtividade desta cultura. O diferencial na avaliação econômica foi a utilização do pasto após a colheita do milho para a silagem, o que permitiu o incremento do ganho de peso

dos bezerros (FONSECA et al., 2010).

Os custos de implantação, manejo e colheita do milho para silagem foram aproximadamente iguais, tanto para o milho consorciado quanto para o milho solteiro. Porém, o custo final do milho consorciado foi maior por causa do manejo com animais e gastos com medicamentos (Quadro 5).

QUADRO 4 - Produtividade de silagem de milho e ganho de peso de bezerros, no Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) - EPAMIG Centro-Oeste, Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR) - 2008

Item	Milho solteiro	Milho consorciado
Silagem de milho (t/ha)	36,56	37,93
Ganho de peso (g/animal/dia)	-	0,289
Ganho de peso (arroba/ha)	-	9,48

FONTE: Fonseca et al. (2010).

QUADRO 5 - Custos de produção (R\$/ha) do Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) - EPAMIG Centro-Oeste, Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR) - 2008

Especificação	R\$/Unidade	Milho solteiro		Milho consorciado	
		Quantidade	Total (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Aração	50,00/h	1 h	50,00	-	-
Gradagem	50,00/h	4 h	200,00	-	-
Herbicida Roundup	19,00/L	-	-	5 L	95,00
Adubação de plantio	0,64/kg	300 kg	192,00	300 kg	192,00
Tratamento de sementes	49,55/350 mL	500 mL	70,79	500 mL	70,79
Horas de plantio	50,00/h	2 h	100,00	2 h	100,00
Milho AG 1051	138,00/20 kg	20 kg	138,00	20 kg	138,00
Braquiária	98,00/20 kg	-	-	14 kg	68,60
Adubação de cobertura	0,97/kg	350 kg	339,50	350 kg	339,50
Atrasina	17,00/L	-	-	5 L	85,00
Primestra Gold	17,00/L	4 L	68,00	-	-
Horas de pulverização	50,00/h	2 h	100,00	2 h	100,00
Colheita (ensilagem)	50,00/h	1h30min	75,00	1h30min	75,00
Transporte	8,43/t	36,56 t	308,20	37,93 t	319,75
Compactação	50,00/h	1h30min	75,00	1h30min	75,00
Lona	1,88/t	36,56 t	68,73	37,93 t	71,31
Mão de obra com animais	20,00/dia	-	-	4 dias	80,00
Ivermectina	27,40/50 mL	-	-	186 mL	101,92
Sal mineral	52,94/25 kg	-	-	41,10 kg	87,04
Total de custos	-	-	1.785,22	-	1.998,91

FONTE: Fonseca et al. (2010).

A maior margem bruta foi obtida para o milho consorciado com a braquiária (Quadro 6). Este resultado pode ser explicado pelo ganho de peso dos animais, somado à produção de silagem expressando a superioridade deste tratamento. Além do ganho obtido com os animais, nas áreas de plantio consorciado, houve o ganho adicional da recuperação da pastagem.

Na mesma região, foi avaliada a viabilidade econômica do Sistema ILP implantado na Embrapa Milho e Sorgo, composto pela produção de soja, milho grão e silagem de sorgo e pasto. Cada cultura ocupou 6 ha, perfazendo um

total de 24 ha (GONTIJO NETO et al., 2010). Os resultados são apresentados no Quadro 7.

A utilização do Sistema ILP na recuperação de pastagem tem demonstrado ser uma alternativa viável para a produção sustentável, possibilitando índices satisfatórios de produtividade e a diversificação de produtos para a comercialização. Os estudos apresentados mostram que a ILP tem o potencial de aumentar a capacidade de suporte do pasto e, conseqüentemente, a produção animal em relação ao que ocorre no pasto recuperado/renovado pelo método convencional.

A utilização da ILP em sistemas pastoris tem como vantagem a diversificação das atividades, diminuindo os riscos e garantindo maior estabilidade de renda ao produtor e, o que é mais importante, permite a obtenção de receitas em diferentes épocas do ano, minimizando os riscos climáticos e mercadológicos quando se explora apenas uma atividade. Outros fatores a serem considerados é que a ILP exige um maior profissionalismo do pecuarista, a intensificação do uso de tecnologias e o acompanhamento da assistência técnica, para que o produtor obtenha sucesso no seu empreendimento.

QUADRO 6 - Avaliação econômica do Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) - EPAMIG Centro-Oeste, Fazenda Experimental de Santa Rita - 2008

Itens econômicos	Milho solteiro		Milho consorciado	
	R\$/Unidade	Valor (R\$)	R\$/Unidade	Valor (R\$)
Receita bruta (RB)	-	2.924,80	-	3.792,80
Silagem de milho	80,00	2.924,80	80,00	3.034,40
Ganho animal	-	-	80,00	758,40
Custo de produção (CP)	-	1.785,22	-	1.998,91
Silagem de milho	48,83	1.785,22	45,61	1.729,95
Ganho animal@	-	-	28,37	268,96
Margem bruta (RB-CP)	-	1.139,58	-	1.793,89

FONTE: Fonseca et al. (2010).

QUADRO 7 - Receitas, custos operacionais e resultados econômicos das atividades do Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) - Embrapa Milho e Sorgo

Itens econômicos	Produção				Renda anual (R\$/24 ha)	Renda anual (R\$/ha)
	Soja (saca)	Milho (saca)	Silagem de sorgo (t)	Carne (@)		
Produtividade média/ha	37,5	94,2	39,4	28,9	-	-
Preço médio (R\$)	43,43	17,80	70,00	69,80	-	-
Receita (R\$)	1.658,60	1.676,76	2.758,00	2.017,22	-	-
Custo operacional (R\$/ha)	1.298,72	1.593,16	1.695,48	720,00	-	-
Lucro bruto (R\$/ha)	329,88	83,60	1.062,52	1.297,22	-	-
Lucro bruto (R\$/6 ha)	1.979,28	501,60	6.375,12	7.783,32	16.639,32	693,30

FONTE: Dados básicos: Gontijo Neto et al. (2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao empregar qualquer método de recuperação/renovação de pastagem deve ser considerado que os custos são diretamente proporcionais ao grau de degradação da pastagem.

Não obstante, o êxito decorrente da adoção das tecnologias preconizadas neste artigo ficará a cargo da criteriosa aplicação dessas técnicas sem, contudo, desvencilhar dos conceitos de manejo animal sob pastejo.

AGRADECIMENTO

À Fapemig e ao CNPq, pelo financiamento das pesquisas e pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- BROCH, D.L.; PITOL, C.; BORGES, E.P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1997. 24 p. (Fundação MS. Informativo Técnico, 1).
- CANTARUTTI, R.B. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-341.
- CENSO AGROPECUÁRIO 2006. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>> Acesso em: 19 mar. 2008.
- CHAUDHARY, M.I.; FUJITA, K. Comparison of phosphorus deficiency effects on the growth parameters of mashbean, mungbean, and soybean. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.44, n.1, p.19-30, 1998.
- COSTA, N. de L. et al. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v.7, n.1, p.9-49, enero 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>>. Acesso em: 10 out. 2010.
- FONSECA, R.F. et al. Avaliação econômica do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Empreendedorismo e progresso científico na zootecnia brasileira de vanguarda. Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. 1 CD-ROM.
- GONTIJO NETO, M.M. et al. Avaliação econômica de um Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Resumos expandidos...** Potencialidades, desafios e sustentabilidade. Goiânia: ABMS, 2010. p.3361-3365. 1 CD-ROM.
- KICHEL, A.N. **A recuperação da pastagem degradada**. Uberaba: FAZU, 2006. 95p. (Curso de Pós-graduação "Lato sensu" em Manejo da Pastagem, Módulo 3).
- KLUTHCOUSKI, J. et al. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: Integração Lavoura-Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).
- LOPES, J. **Doses de fósforo e taxas de lotação em pastagem de capim-xaraés consorciado com estilosantes Mineirão**. 2009. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.
- _____. et al. Calagem, silicatagem e doses de fósforo no crescimento e nutrição mineral de estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.2, p.150-158, abr./jun. 2010.
- MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. **Informe Agropecuário**. Pastagem, Belo Horizonte, v.26, n.226, p.36-42. 2005.
- _____. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Goiânia. **Anais...** Brasília: MCT; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. p.137-150.
- _____. Pastagens no ecossistema do Cerrado: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.28-62.
- MARTINS, O.C. et al. Causas da degradação das pastagens e rentabilidade econômica das pastagens corretamente adubadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUINAS, 2., 1996, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1996. p.75-83.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.57-64.
- OLIVEIRA, I.P. et al. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 87p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 64).
- SANTOS, A.C.; NEIVA, J.N.M.; NOBREGA, E.B. Recuperação e manejo de pastagens degradadas. In: _____. (Ed.). **Do campus para o campo**: manejo de solos sob pastagens tropicais. Goiânia: Impacto, 2008. cap. 4, p.107-132.
- SOARES, W.V.; MACEDO, M.C.M. **Experimentos com adubação em pastagens**: métodos de pesquisa em fertilidade dos solos. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 313p.
- YOKOYAMA, L.P. et al. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, ago. 1999.
- ZIMMER, A.H. et al. Sistemas integrados de produção agropastoril. In: GUIMARÃES, E.P. et al. (Ed.). **Sistemas Agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina**. Cali: CIAT; Brasília: Embrapa, 1999. p.245-283. (CIAT. Publicación, 313).

Irrigação de pastagens

*Edilane Aparecida da Silva*¹

*Domingos Sávio Queiroz*²

*Maria Celuta Machado Viana*³

*Adriano de Souza Guimarães*⁴

*Derblai Casaroli*⁵

*Adalberto Vieira de Souza*⁶

*José Reinaldo Mendes Ruas*⁷

Resumo - Sistemas de produção de leite com base em pastagens são os de mais baixos custos e de maior competitividade mundial. Em condições naturais e pela estacionalidade da produção forrageira, os bovinos não conseguem manter a produção ao longo do ano em níveis otimizados. A possibilidade de perenizar a produção em pasto necessariamente passa a depender de tecnologias alternativas que amenizem e/ou anulem os fatores limitantes à produção forrageira, tais como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica. A tecnologia de irrigação de pastagens é uma alternativa e vem sendo estudada, com resultados positivos de avanços e potencial de utilização ao longo dos últimos anos. Contudo, há necessidade criteriosa de avaliação para a adoção desta tecnologia.

Palavras-chave: Bovinos. Estacionalidade. Fator climático. Produção forrageira

INTRODUÇÃO

A rentabilidade da pecuária brasileira ainda é baixa, exigindo a modernização da atividade e o aperfeiçoamento dos sistemas de produção com o uso de tecnologias capazes de aumentar a produção por unidade animal (UA) e por unidade de área.

As forrageiras tropicais apresentam potencial de produção elevado. Entretanto, a produção, o valor nutritivo e a

qualidade das forrageiras produzidas no Brasil são inferiores aos valores que poderiam ser obtidos. Como consequência, baixas taxas de lotação, de produtividade e de desempenho animal são alcançadas em pastagens.

Entre os aspectos desejáveis na utilização de plantas forrageiras, a distribuição uniforme da produção ao longo do ano pode ser considerada um dos mais buscados, tanto por parte dos pesquisadores

quanto por parte dos pecuaristas (ROLIM, 1994). Reconhece-se que a estacionalidade de produção das forrageiras é um dos fatores que mais interferem na adoção de práticas corretas de manejo das pastagens. Corsi e Martha Junior (1998) afirmaram que uma distribuição mais uniforme da produção ao longo do ano faz com que menores variações no desempenho e lotações animais em pastagens sejam observadas.

¹Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 311, CEP 38001-970 Uberaba-MG. Correio eletrônico: edilane@epamig.br

²Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: dqueiroz@epamig.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Prudente de Morais-MG. Correio eletrônico: mcv@epamig.br

⁴Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEST/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 135, CEP 38700-000 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: adriano.guimaraes@epamig.br

⁵Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. Adj. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) - Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias, Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: derblai@unipam.edu.br

⁶Eng^a Agrícola, M.Sc., Prof. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) - Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias, Rua Major Gote, 808, Bairro Caiçaras, CEP 38702-054 Patos de Minas-MG. Correio eletrônico: adalberto@unipam.edu.br

⁷Médico Veterinário, D.Sc., Pesq. EPAMIG Norte de Minas/Bolsista CNPq, Caixa postal 12, CEP 39525-000 Nova Porteirinha-MG. Correio eletrônico: jrmruas@epamig.br

ESTACIONALIDADE DA PRODUÇÃO FORRAGEIRA

As pastagens constituem a forma mais econômica e prática de alimentar os bovinos. Desempenha papel de relevância fundamental nos sistemas de produção de carne e/ou leite, principalmente pela boa adaptação das gramíneas forrageiras aos diversos ecossistemas brasileiros. Ademais, proporcionam redução nos dispendios com alimentos concentrados, com combustíveis e mão de obra, uma vez que a colheita da forragem é feita pelo próprio animal.

Segundo Nussio e Ponchio (2005), a cana-de-açúcar é a opção de volumoso mais barata entre as atuais opções de suplementação convencional para a época da seca. Segundo esses autores, o custo de produção de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* é relativamente mais baixo evidenciando a competitividade da produção animal em pasto.

As gramíneas tropicais são responsáveis pela quase totalidade da alimentação dos bovinos no Brasil Central, tanto em sistemas intensivos como extensivos. Contudo, a estacionalidade de produção de forragem leva à baixa capacidade de suporte das pastagens no período de junho a outubro, principalmente por causa da deficiência hídrica e das temperaturas baixas que ocorrem nesse período. Cerca de 75% a 85% da produção concentra-se no período quente e chuvoso, contribuindo para a baixa produtividade animal no período frio e seco, se o produtor não utiliza outros recursos forrageiros armazenados ou cultivados nesse período. A falta de chuvas durante parte do ano limita o crescimento de plantas forrageiras, ocasionando taxas de crescimento baixas, reduzindo a produção na época seca e fria do ano, acarretando um período de baixa produção de alimentos.

A oscilação na produção de forragem conduz à oscilação no desempenho animal, com períodos de ganho e de perda de peso. Desta maneira, os machos acabam sendo abatidos tardiamente. As novilhas, por sua vez, só estarão aptas à cobertura por volta

dos 3 anos e, conseqüentemente, com a idade à primeira cria próxima aos 4 anos. A falta de alimentação adequada na seca também ocasiona perda de peso de vacas em lactação, o que provoca anestro ou ausência de cio, tornando muito elevado o número de vacas com falhas reprodutivas. Nestas circunstâncias, a taxa de natalidade média nos rebanhos situa-se, atualmente, em torno de 60%, com 8% de mortalidade de bezerros e 54% de taxa de desmama (PEREIRA, 2004).

Em decorrência da estacionalidade de produção das forrageiras, torna essencial a adoção de técnicas de conservação de forragem, tais como a produção de silagem e/ou feno; a utilização de resíduos e subprodutos da agroindústria; o pastejo diferido; as culturas de inverno; a suplementação em pasto e/ou confinamento. Tecnologias alternativas que visem complementar a alimentação dos animais durante o período de entressafra, como a irrigação de pastagens, são eficientes e podem ser implementadas em inúmeras propriedades rurais.

A não adoção dessas técnicas pelos produtores resulta em baixos índices de produtividade e, também, na degradação das pastagens que são submetidas ao superpastejo durante o período crítico do ano.

HISTÓRICO DA IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS NO BRASIL

Os primeiros trabalhos com irrigação de pastagens no Brasil foram conduzidos nos estados de São Paulo e Minas Gerais, na década de 1970. Esses trabalhos concluíram que a irrigação de pastagens não era uma tecnologia economicamente viável para as condições desses dois Estados, naquela época. As baixas temperaturas durante o inverno impediam a resposta das forrageiras estudadas. Decorrente disso, a irrigação de pastagens foi esquecida por alguns anos, mas ressurgiu com grande impacto na década de 1990, principalmente na Região Centro-Oeste do País.

Produtores insatisfeitos com os lucros obtidos na irrigação de culturas agrícolas tradicionais viram na irrigação de

pastagens uma nova alternativa para a utilização dos equipamentos de irrigação existentes em suas propriedades. Apesar de aplicarem um método totalmente empírico, decorrente da falta de conhecimento, este apresentou resultados animadores, atraindo a atenção de outros pecuaristas, de profissionais da área e de pesquisadores (AZEVEDO; SAAD, 2009).

IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS NA MITIGAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

A recuperação de pastagens degradadas e a intensificação de seu uso por meio da adubação, irrigação e manejo adequado podem gerar grande impacto na incorporação de carbono ao solo.

Sabe-se que as pastagens exercem um importante papel como ecossistema eficiente na mitigação dos gases de efeito estufa (GEES), tanto da própria atividade pecuária, quanto de outras atividades, promovendo o sequestro de carbono e consequente efeito benéfico ao meio ambiente (CARVALHO et al., 2010).

As pastagens bem manejadas (Fig. 1) promovem o sequestro de carbono pelo aumento de matéria orgânica (MO) no solo. Por conseguinte, o solo terá melhor estrutura e agregação, aumentando a capacidade de retenção de água, perenizando córregos, evitando a erosão e diminuindo as perdas pela prática da queima e do excesso de lotação dos pastos (CARVALHO et al., 2010).

Bustamante et al. (2006) concluíram que a conversão de Cerrado em pastagem, em média, permite acumular 1,3 megagrama (Mg)/ha/ano de carbono, com amplitude de -0,9 a 3,0 Mg/ha/ano de carbono. De acordo com esses autores, se toda a área degradada de pastagens no Cerrado, de 24 milhões de hectares, fosse recuperada com melhoria no manejo do solo e da forrageira, resultaria numa taxa estimada de acúmulo de carbono no solo de 1,5 Mg/ha/ano, e de 36 teragramas (Tg) por ano de carbono.

Segnini et al. (2007) verificaram que pastagens de *brachiaria* bem manejadas,



Edilaine Aparecida da Silva

Figura 1 - Pastagem irrigada de 'Tifton-85'

sem revolvimento do solo ou queimadas, podem proporcionar sequestro de carbono da atmosfera via sistema radicular e coroa das plantas, ou mesmo por meio de outros restos vegetais não pastejados depositados na superfície do solo. Os resultados são influenciados pela entrada de nitrogênio, na forma de fertilizante ou de mineralização da MO. Os valores de sequestro de carbono obtidos sob pastagem mostraram taxas elevadas de acúmulo de carbono, maior que na vegetação original de Cerrado (Quadro 1). Houve diminuição nos teores de carbono com o aumento da profundidade do solo em todos os tratamentos, visto que na camada superficial é onde a deposição de materiais orgânicos ocorre com maior intensidade.

O uso durante 27 anos do sistema de manejo de pastagens de *brachiaria* promoveu a deposição de 6,1 a 12,8 Mg de dióxido de carbono (CO₂)/ha/ano da atmosfera, dependendo do investimento feito na pastagem. Além do aspecto produtivo, esse é um importante argumento para a intensificação do uso de pastagens, produzindo um contraponto de que a exploração de bovinos é um dos maiores produtores de GEES no Brasil. O balanço produção/captação de carbono pela pecuária em pastagens intensivas e bem manejadas pode inclusive favorecer a atividade pecuária (SEGNINI et al., 2007).

Conant, Paustran e Elliott (2001) observaram taxa média de sequestro de carbono de -0,2 a +3,0 t/ha/ano, em pastagens, sendo que, à medida que se intensificou o manejo com fertilização, manejo do pastejo adequado, espécies produtivas, conversão de cultivos agrícolas em pastagens permanentes, presença de leguminosas e irrigação, aumentava-se o sequestro de carbono no solo.

FATORES LIMITANTES À IRRIGAÇÃO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

De maneira geral, as plantas apresentam uma faixa de temperatura ótima para seu crescimento. As gramíneas forrageiras tropicais do tipo C4 apresentam taxa fotossintética máxima entre 30 °C e 35 °C e a temperatura base inferior (temperatura abaixo da qual não há crescimento vegetativo) entre 12 °C e 17 °C (CORRÊA; SANTOS, 2006). Temperaturas inferiores a 15 °C reduzem drasticamente a fotossíntese de plantas forrageiras. O desenvolvimento de gemas, aparecimento, longevidade e senescência das folhas são suscetíveis a variações de temperatura, ocasionando mudanças na estrutura do dossel, no tamanho das folhas, no número de folhas vivas por perfilho e na densidade populacional de perfilhos. A temperatura interfere na atividade das enzimas e no transporte de compostos fotoassimilados.

Na ausência de déficit hídrico, as baixas temperaturas noturnas durante o inverno, em regiões tropicais, são a principal causa da estacionalidade de crescimento das forrageiras tropicais. Baixas temperaturas, associadas ao fotoperíodo curto em plantas que precisam

QUADRO 1 - Estoques de carbono (Mg/ha) em função da profundidade para diferentes tratamentos do solo

Profundidade (cm)	Estoques de carbono (Mg/ha)				
	⁽¹⁾ Cerradão (referência)	T00	t0	t2m	t4sa
0-10	25	31	64	57	56
10-20	25	24	27	44	42
20-40	25	42	41	41	41
40-60	22	32	34	29	27
60-80	15	25	24	28	21
80-100	17	20	22	24	28
Total (0-100)	129	174	212	223	215

FONTE: Segnini et al. (2007).

NOTA: T00 - 27 anos sob pastagem sem aplicação de N e calcário. t0 - Pastagem com zero de calcário superficial, recebendo 400 kg/ano de N-sulfato de amônio e de óxido de potássio; t2m - 2 t/ha de calcário superficial, com N-K, e com reforço anual de 1 t/ha de calcário; t4sa - 4 t/ha de calcário superficial, sem adubação com N-K.

(1) Vegetação de Cerrado em transição com uma floresta tropical mesófila semidecídua.

de fotoperíodo acima de 12 horas, são os principais agentes climáticos limitantes do crescimento de forrageiras tropicais. O efeito da temperatura em capim-tanzânia (*Panicum maximum*), sob quatro níveis de temperatura foliar (25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C), mostrou que a taxa máxima da fotossíntese líquida (34,57 mmol CO₂/m²/s) foi obtida na temperatura de 30 °C (MELLO; SANTOS; PEDREIRA, 2001).

A altitude, fator de relevante importância, afeta sensivelmente o clima, pois a cada 100 m de deslocamento vertical ocorre um decréscimo de 0,65 °C na temperatura (ROCHA, 1991). Contudo, em regiões tropicais de baixa latitude, onde as temperaturas médias anuais são iguais ou superiores a 20 °C e as de inverno acima de 15 °C, as condições hídricas são mais limitantes que a temperatura e assumem papel de importância no crescimento de forrageiras tropicais.

Em locais de maior latitude e/ou altitude, onde ocorrem quedas mais acentuadas das temperaturas durante o inverno, a irrigação não será capaz de eliminar totalmente o problema da estacionalidade de produção. Este fato pode ser comprovado no trabalho de Lopes et al. (2005), em Viçosa, MG (latitude 20°45'14", longitude 42°52'55" e altitude 648 m). Avaliando o efeito da irrigação, acompanhada de doses crescentes de N e K (100-80; 200-160; 300-240; 400-320, respectivamente), sobre a produção e composição bromatológica de lâminas foliares em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), esses autores não observaram efeito significativo dos fertilizantes entre as características avaliadas. Apesar da irrigação, mesmo nas maiores doses de N e K aplicadas, o capim-elefante não respondeu, por causa das baixas temperaturas no período, com médias das mínimas em torno de 12,2 °C. Além das baixas temperaturas, a redução do fotoperíodo induziu o florescimento da planta forrageira e, conseqüentemente, a paralisação e/ou redução de seu crescimento.

Os processos fisiológicos da forrageira, como expansão e alongamento das folhas, abertura e fechamento estomático e, princi-

palmente, fotossíntese são regulados pelo nível de umidade do solo. Marcelino et al. (2003) observaram que o estresse hídrico, além de afetar os processos fisiológicos e as características morfológicas, pode também prejudicar o crescimento da forrageira, pela redução na absorção de N.

Dos fatores climáticos que interferem na estacionalidade da produção forrageira, o único que é possível de ser atenuado é a deficiência hídrica, por meio de irrigação. O conceito da irrigação de pastagens consiste no suprimento de água às forrageiras na quantidade necessária e no momento adequado para obter, economicamente, uma produção ótima e de melhor qualidade.

A produção de forragem de maneira mais uniforme durante o ano pode ser obtida com a irrigação, que propicia um aumento substancial, tanto na quantidade como na qualidade, podendo, às vezes, até eliminar a necessidade de suplementação alimentar, no período seco do ano. Durante os períodos de veranicos e nas interfaces chuva/seca e seca/chuva, pode-se resolver o problema de escassez de forragem decorrente de deficiência hídrica com o uso da irrigação, a estacionalidade de produção passa a ser função da disponibilidade da radiação solar e, principalmente, da temperatura, já que o fator água passa a não ser mais limitante para o crescimento das forrageiras.

RESPOSTAS PRODUTIVAS DE FORRAGEIRAS SOB IRRIGAÇÃO

Xavier et al. (2004) avaliaram o sistema de pastejo em lotação rotacionada, irrigado por pivô central, com forrageiras tropicais, com o intuito de minimizar o efeito da deficiência hídrica e, por consequência, manter uniformidade da produtividade, em épocas que a temperatura não era fator limitante ao crescimento das forrageiras. Segundo esses autores, o modelo respondeu de maneira coerente, tanto no que diz respeito à aplicação de lâminas distintas de irrigação de acordo com o estágio de desenvolvimento da parcela, quanto à capacidade de desen-

volvimento da pastagem, confirmando o potencial da tecnologia.

Com relação à estacionalidade de produção das forrageiras, os resultados apresentados indicam que a irrigação não tem conseguido equilibrar as produções de inverno e verão. Entretanto, as taxas de lotação que vêm sendo mantidas durante o inverno são muito expressivas. Alencar (2007) e Cunha (2009) obtiveram produtividade de matéria seca (MS) na estação outono/inverno equivalente a 76% daquela produzida na estação primavera/verão na região leste de Minas Gerais. Oliveira Filho (2007) obteve, aproximadamente, 80% da produção de primavera/verão durante o outono/inverno, em Gurupi, TO. Os experimentos citados foram montados em locais de baixa latitude, 18° 47' para Governador Valadares e 11° 45' em Gurupi, e de baixa altitude, 223 m em Governador Valadares e 287, em Gurupi. Segundo Alencar et al. (2009), a temperatura de inverno nessas regiões é superior a 15 °C e sob condições de temperaturas médias anuais de inverno superiores a esse valor, a taxa de crescimento das pastagens não é muito reduzida.

Em Campos dos Goytacazes, RJ (latitude 21°45'15"S, longitude 41°19'28"O, altitude 13 m), Ribeiro et al. (2008) avaliaram a influência da irrigação na taxa de lotação, no ganho de peso, no consumo e na digestibilidade in vivo de nutrientes em pastagens rotacionadas de capim-elefante (*P. purpureum* cv. Napier) e capim-mombaça (*P. maximum* cv. Mombaça) irrigados. Concluíram que as digestibilidades da MS, da fibra em detergente neutro (FDN) e da MO aumentaram com a irrigação na época seca. Esses autores constataram também que os consumos de MS em porcentagem do peso vivo e por unidade de tamanho metabólico não diferiram entre os capins irrigados e os não irrigados. Ribeiro et al. (2008) concluíram que o efeito da irrigação foi mais pronunciado sobre a taxa de lotação que sobre o ganho de peso dos animais (Quadro 2), e que a aplicação complementar de água influenciou mais a biomassa de folhas que a digestibilidade das pastagens e o consumo animal.

Vilela et al. (2004), em Coronel Pacheco, MG (latitude 21°35'16"S, longitude 43°15'56"O e altitude 484 m), observaram um incremento de 27,4% na produção de forragem de gramíneas tropicais com o uso da irrigação, durante a época da seca. Esse resultado, embora possa parecer interessante do ponto de vista relativo, levou esses autores a não recomendarem a irrigação. O ano em que realizaram o estudo foi, excepcionalmente, mais quente e chuvoso que o normalmente observado, levando à boa produção no período seco, mesmo sem o uso da irrigação. Esses autores ainda verificaram aumento de 21,9% no rendimento das gramíneas, com a irrigação estratégica em períodos de estiagem durante o verão.

Ribeiro et al. (2009), ao avaliarem a influência da irrigação sobre a disponibilidade de MS total, MS verde e MS residual após pastejo dos capins Napier e Mombaça, em Campos dos Goytacazes, RJ, obtiveram aumento na disponibilidade de matéria seca total para o capim-napier e o capim-mombaça, de 23% e 48%, respectivamente, na época seca (Quadro 3) e de 15% e 29%, respectivamente, na época chuvosa (Quadro 4).

Segundo Ribeiro et al. (2009), estes resultados permitiram inferir que a deficiência hídrica na época seca seria provavelmente o principal limitante do crescimento do capim-mombaça na região, embora o capim-napier também apresente resposta à irrigação.

Souza et al. (2005) avaliaram a resposta de cinco cultivares de *P. maximum* à irrigação e à adubação nitrogenada durante o período de um ano, em São Carlos, SP (latitude 22°01'03"S, longitude 47°53'27"O e altitude 854 m). Esses autores observaram que a irrigação aumentou a produção de todos os capins avaliados, embora a magnitude da resposta tenha variado (Quadro 5). Em função das características climáticas de São Carlos, grande parte da resposta à irrigação obtida nesse trabalho, em termos absolutos, ficou concentrada no período chuvoso, que respondeu por 75% da produção anual, mantendo a estacionalidade de produção normalmente observada sem irrigação. Assim como no trabalho de Ribeiro

QUADRO 2 - Taxa de lotação média e ganho de peso em novilhos em pastejo nos capins elefante e mombaça irrigados na época seca¹

Forrageira	Nível de irrigação		Média
	Irigado	Não irrigado	
	Taxa de lotação (animal/ha)		
Elefante	4,9 Ab	3,9 Ba	4,3
Mombaça	5,7 Aa	3,4 Ba	4,5
Média	5,3	3,6	
	(2)Ganho de peso (kg/animal/dia)		
Elefante	0,63	0,77	0,70 a
Mombaça	0,60	0,67	0,63 a
Média	0,61 A	0,72 B	

FONTE: Dados básicos: Ribeiro (2008).

NOTA: Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas na coluna diferem pelo teste t.

(1)Médias referentes a quatro ciclos de pastejo com quatro dias de pastejo e 32 dias de descanso. (2)Animais com peso vivo médio de 315 kg.

QUADRO 3 - Disponibilidade média de matéria seca (MS) total, de MS verde e de MS residual dos capins elefante e mombaça irrigados na época seca manejados sob lotação intermitente¹

Forrageira	Nível de irrigação		
	Irigado	Não irrigado	Média
Disponibilidade de MS total (kg/ha)			
Napier	6.556	5.332	5,944 a
Mombaça	4.426	2,976	3.701 b
Média	5.491 A	4.154 B	
Disponibilidade de MS verde (kg/ha)			
Napier	5.930	4.796	4.363 a
Mombaça	3.271	2.101	2.686 b
Média	4.601 A	3.448 B	
MS residual			
Napier	3.388	2.867,9	3.128 a
Mombaça	2.016	1.679	1.847 b
Média	2.702 A	2.273 B	

FONTE: Dados básicos: Ribeiro et al. (2009).

NOTA: Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas diferem pelo teste F.

(1)Média de duas épocas seca, cada uma com quatro ciclos de pastejo.

et al. (2009), o capim-mombaça mostrou resposta mais acentuada à irrigação, o que pode indicar maior sensibilidade dessa cultivar ao déficit hídrico.

De forma semelhante ao trabalho de Souza et al. (2005), Lopes et al. (2003) observaram que em Viçosa, MG, a utilização da irrigação apenas assegurou

a estabilidade da produção do capim-elefante no verão, sem eliminar o efeito da estacionalidade de produção. Nas regiões de Viçosa, MG e São Carlos, SP, a irrigação permite melhor estabilidade de produção ou a antecipação e o prolongamento do período de crescimento das plantas dentro da estação chuvosa,

QUADRO 4 - Disponibilidade média de matéria seca (MS) total, de MS verde e de MS residual nos capins elefante e mombaça irrigados na época chuvosa manejados sob lotação intermitente¹

Forrageira	Nível de irrigação		
	Irigado	Não irrigado	Média
Disponibilidade de MS total (kg/ha)			
Napier	8.459	7.335	7.897 a
Mombaça	7.596	5.898	6.747 b
Média	8.027 A	6.617 B	
Disponibilidade de MS verde (kg/ha)			
Napier	7.663	6.650	7.157 a
Mombaça	6.746	5.428	6.087 b
Média	7.205 A	6.039 B	
MS residual			
Napier	3.729	3.537	3.633 a
Mombaça	3.143	2.496	2.819 b
Média	3.454 A	3.017 B	

FONTE: Dados básicos: Ribeiro et al. (2009).

NOTA: Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas diferem pelo teste F.

(1) Média de quatro ciclos de pastejos durante uma época chuvosa.

QUADRO 5 - Matéria seca (t/ha) de cultivares de *Panicum maximum* em relação à irrigação, no município de São Carlos, SP

Cultivar	Irigado	Não irrigado	Resposta (%)
Capim-guiné	38,1 Ba	29,0A Bb	31,38
Capim-colônião	36,7 Ba	30,7 Ab	19,54
Capim-mombaça	41,7 Aa	27,4 Bb	52,19
Capim-tanzânia	37,6 Ba	30,9 Ab	21,68
Capim-centauro	37,8 Ba	30,2 ABb	25,16
Média	38,4	29,6	29,73

FONTE: Dados básicos: Souza et al. (2005).

NOTA: Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

enquanto a temperatura não for limitante, ocasionando aumento significativo da disponibilidade de forragem ao longo do ano. A irrigação no final da época seca e início do período chuvoso, ou no caso de ocorrência de veranicos durante o período das águas, pode favorecer a produção de forragem, em razão de a temperatura e o fotoperíodo já se mostrarem favoráveis ao crescimento da forrageira (SOUZA et al., 2005; LOPES et al., 2003).

Andrade et al. (2005) realizaram dois experimentos com capim-napier, com e sem irrigação, no inverno, em Viçosa, MG, para estudar a influência da irrigação, do intervalo de cortes e da adubação com N e K sobre o desenvolvimento da forrageira. A forrageira foi submetida a quatro tratamentos de adubação de N + K (100 + 80 kg/ha de N + K₂O; 200 + 160 kg/ha de N + K₂O; 300 + 240 kg/ha de N + K₂O; e 400 + 320 kg/ha de N + K₂O, respectivamente)

e a cinco períodos de rebrota (2, 8, 15, 45 e 123 dias). Esses autores mediram a interceptação de luz, a taxa de crescimento relativo, a taxa de assimilação líquida, o índice de área foliar e a razão de área foliar. Concluíram que a única variável que apresentou efeito significativo dos tratamentos foi o índice de área foliar. Na área irrigada, esse índice aumentou de 0,28 para 8,27 (média dos quatro tratamentos de adubação) do menor para o maior período de rebrota. Na área não irrigada também ocorreu aumento no índice de área foliar, embora de menor magnitude, passando de 0,16 para 7,76 do menor para o maior período de rebrota.

Rassini (2004) realizou um estudo sobre a produção das seis espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens no Brasil e concluiu que o uso de irrigação reduziu o período de estacionalidade de 150 dias para 65 a 70 dias, dependendo da espécie considerada.

Dependendo da região, além de reduzir a estacionalidade de produção de massa forrageira durante o ano, a irrigação do pasto, principalmente em sistemas que não são desinstalados na época chuvosa, pode ser utilizada estrategicamente na primavera e no verão corrigindo a má distribuição das chuvas no período, principalmente na ocorrência de veranicos. A uniformidade de produção do pasto ao longo do ano faz com que menores variações no desempenho e na lotação animal sejam observadas. A manipulação de níveis e época de aplicação de fertilizantes, particularmente N, pode condicionar a resposta de forrageiras tropicais irrigadas, contribuindo ainda mais para reduzir a estacionalidade de produção.

Queiroz et al. (2010) mostraram que a concentração da adubação nitrogenada no outono/inverno em Leopoldina, MG (latitude 21°31'55"S; longitude 42°38'35"W; altitude 212 m), na Zona da Mata de Minas Gerais produziu efeitos na disponibilidade média de forragem dos capins Xaraés e Tifton-85 ao longo do ano sob irrigação. A adubação feita, toda no período seco, inverteu a curva de produção normalmente obtida sem irrigação, em que 80% da pro-

dução é concentrada no período chuvoso (Gráfico 1). A disponibilidade média de lâminas foliares por corte no período chuvoso foi de 1.885 kg/ha contra 2.496 kg/ha obtidos na seca. A análise das linhas de tendência recomenda, claramente, a aplicação de 67% da dose de 400 kg/ha de N na seca, quando se busca maior equilíbrio na produção de forragem ao longo do ano. Toda a adubação nitrogenada na seca, com 400 kg/ha de N, inverteu a linha de tendência normalmente observada, com maior produção nessa época. Essa pode ser uma situação desejada para intensificar áreas menores e trabalhar com altas taxas de lotação.

Como a irrigação exige alto investimento, a exploração do potencial máximo de produção na seca pode ser vantajosa. O ajuste correto da lâmina de água aplicada elimina os riscos de lixiviação do N, mesmo em doses altas. O N não absorvido na seca será aproveitado na chuva seguinte.

O suprimento de água por meio da irrigação pode também alterar a composição bromatológica e o valor nutritivo das plantas, e, conseqüentemente, a produção animal (GERDES et al., 2005; LOPES et al., 2005; PALIERAQUI et al., 2006; VANZELA et al.; 2006). Entretanto, de

acordo com Ribeiro et al. (2009), o efeito da irrigação em capins napier e mombaça é mais pronunciado sobre a produção de biomassa foliar que sobre a composição química das folhas.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Os diversos sistemas de irrigação existentes objetivam o fornecimento controlado de água, em quantidades suficientes, o qual assegure a produtividade e a sobrevivência da planta.

O sistema de irrigação com pivô central requer um alto investimento inicial, demandando estudos do potencial produtivo da região onde será instalado, além de uma análise de viabilidade econômica da pastagem a ser irrigada e adubada. Em geral, são instalados para irrigar áreas de maiores medidas, sendo o custo por área mais baixo, à medida que o equipamento aumenta de tamanho. Vem sendo adotado principalmente por pecuaristas que já dispõem de um nível tecnológico elevado e que apresentam também elevada capacidade gerencial e de investimentos.

No caso da irrigação por aspersão, este é um sistema basicamente composto

por tubulações, aspersores, e conjunto motobomba, para captar água de rios, lagos e represas e conduzi-la até as plantas. É indicado principalmente para solos de boa infiltração (franco-arenosos), que requerem irrigações mais constantes e em menor quantidade, a fim de não exceder a capacidade de armazenamento de água.

Para pastagens, o sistema que vem sendo adotado é o de aspersão em malha, em que os pontos de subida da água são distribuídos geometricamente em toda área, interligados pela tubulação. É um sistema fixo, em que se mudam de lugar apenas os aspersores. As tubulações são fixadas a 30 – 50 cm abaixo da superfície do solo e os pontos de subida são também de tubos de policloreto de vinila (PVC). A linha lateral (Fig. 2) é constituída de tubos com 25 mm de diâmetro, enquanto que a linha principal é de tubos de 50 mm de diâmetro. Por se tratar de material de baixo custo (baixa pressão), estima-se que, para 10 ha, o custo desse sistema atinja, aproximadamente, R\$ 2.200,00/ha (ALENCAR et al., 2009).

Apesar de as tubulações serem suficientes para irrigar ao mesmo tempo a área inteira, a irrigação é feita com funcionamento de um determinado número de aspersores por vez, de acordo com o turno de rega. Para isso, o sistema é dotado de Cap BR (tampão com rosca), com controle manual nos pontos de irrigação (ALENCAR, 2001).

Ainda, conforme Alencar (2001), os aspersores são do tipo rotativo, movidos por impacto do braço oscilante (Fig. 3), e trabalham com pressão, que varia entre 15 e 25 m de coluna d'água (m.c.a). Por necessitarem de baixa pressão, muitos sistemas são instalados com pressão proveniente da diferença de nível entre a fonte d'água e a área a ser irrigada, por gravidade.

A troca desses aspersores é feita a cada 12 ou 24 horas, dependendo da sua intensidade de aplicação, que pode variar de 2,0 a 5,0 mm/h. A utilização desse sistema tem sido grande, em razão da baixa demanda de mão de obra, de energia, de vazão, possibilidade de fertirrigação e baixo custo do equipamento (Quadro 6), US\$ 700/ha (ALENCAR, 2001).

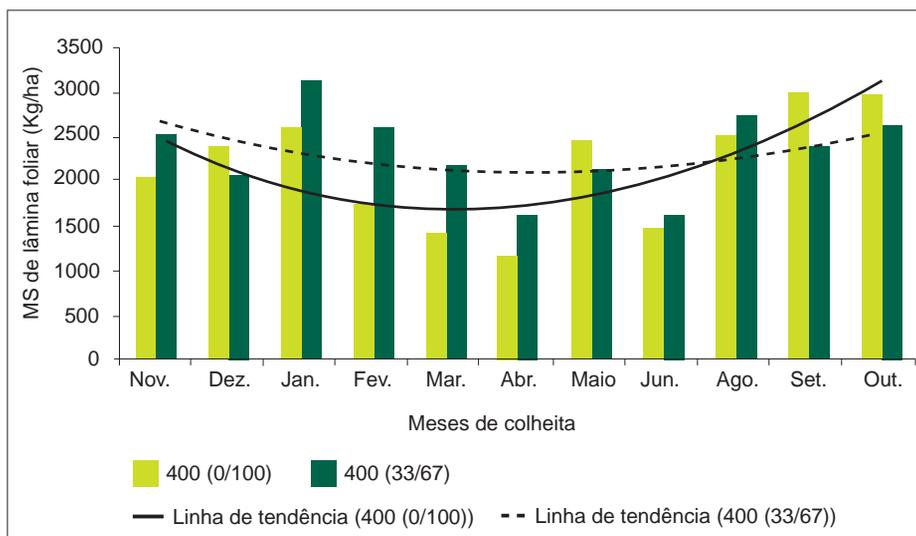


Gráfico 1 - Disponibilidade de matéria seca (MS) de lâmina foliar ao longo das colheitas dos capins Xaraés e Tifton-85 durante as épocas da chuva e da seca sob irrigação (2007/2008), com a adubação de 400 kg/ha de N, toda no período seco, ou com 1/3 no período chuvoso

FONTE: Dados básicos: Queiroz et al. (2010).

NOTA: Não houve colheita no mês de julho.



Figura 2 - Valas abertas no solo acolhendo linha lateral de irrigação com tubos de polícloroeto de vinila (PVC) de 25 mm de diâmetro, constituídos de pontos de subida da água



Figura 3 - Aspersor do tipo rotativo, movido por impacto do braço oscilante

MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O uso da irrigação em pastagens, sobretudo com o sistema por aspersão não convencional de pivô central, teve seu impulso nos anos de 1990. Entretanto, têm-se registros da utilização de irrigação a partir da aspersão convencional e inundação, em geral, para capineiras e em menor escala para a produção de matéria verde, visando o pastejo direto.

A rigor, sua implantação inicial foi realizada por agricultores com pouca ou nenhuma experiência em bovinocultura e, ainda, com conhecimentos deficientes a respeito das reais necessidades dos capins cultivados, principalmente em termos de turno de rega, lâmina de irrigação, período de repouso, altura mínima de pastejo, índice de área foliar, dosagens adequadas de fertilizantes para manter a produtividade da planta forrageira, quais os locais que devem ser irrigados e quais animais teriam respostas significativas em termos de retorno financeiro com relação ao investimento nesses sistemas irrigados. Com tudo isso, muitos aventureiros fracassaram neste ramo.

A irrigação de pastagens é recomendada até mesmo na época que ocorrem condições climáticas favoráveis, como primavera e verão. Tem como objetivo minimizar a estacionalidade na produção de forragem e incrementar a quantidade de massa forrageira produzida durante o ano. Estas condições favoráveis são regidas, a rigor, por temperaturas ótimas e densidades de fluxo de radiação solar incidente adequada para o crescimento e desenvolvimento vegetal, podendo ocasionar um acréscimo considerável ao volume de MS produzida. Dessa forma, ao unir condições climáticas favoráveis, com exceção da precipitação, que em muitas regiões é distribuída de forma irregular ou reduzida, por causa dos veranicos, a um sistema de irrigação, podem-se obter resultados compensadores em termos de alimentação animal.

Lâmina aplicada

A estimativa de demanda de água deve ser feita com o auxílio do balanço hídrico,

QUADRO 6 - Custo do equipamento de irrigação para 30 hectares

Descrição	US\$	%
Sucção, kit adubação, motobomba, chave partida, registro, manômetro e conexões	3.200	15
Linha principal, linha secundária, conexões	7.300	35
Linha lateral, conexões	9.300	45
Aspersores, lixa, cola e fita	1.100	5
Total	21.000	100

FONTE: Alencar (2001).

quando se calcula a deficiência hídrica da região, onde se pretende implantar o sistema de irrigação. O valor da deficiência é a diferença entre a demanda e a disponibilidade atmosférica de água (evapotranspiração e chuva), em períodos regulares de tempo (dias, semanas ou meses). Para fins de irrigação, é aconselhável utilizar períodos semanais ou menores, por causa de ocorrência de veranicos.

A lâmina de irrigação necessária depende das condições climáticas, da planta e do solo, pois o clima de uma região determinará qual a demanda evapotranspiratória das plantas, que, por sua vez, perdem mais ou menos água de acordo com sua arquitetura foliar, índice de área foliar e distribuição do sistema radicular.

Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, os sistemas de produção de leite, com base em pastagens tropicais e subtropicais, sofrem restrição de oferta de forragem na época seca do ano, mesmo quando os pastos são irrigados. Os pastos produzem menos por causa das temperaturas mais baixas e da menor luminosidade (OLIVEIRA et al., 2005). Portanto, a irrigação não resolve todo o problema da estacionalidade, porém colabora para encurtar este período.

O solo é tratado como um grande reservatório de água, onde algumas propriedades físicas são de extrema importância para o cálculo da capacidade de retenção da água no solo, que terá influência direta no turno de rega e na lâmina d'água a ser aplicada no período de irrigação.

Solos de textura arenosa necessitam de maior frequência de irrigação, como, por exemplo, de duas a três vezes por semana, além de exigir maiores lâminas de irrigação. Por outro lado, solos argilosos, por apresentarem propriedades que propiciam uma maior armazenagem de água, podem ser irrigados uma ou duas vezes por semana.

Dessa forma, determina-se a lâmina total de irrigação ou lâmina bruta, a partir

da capacidade real de água (CRA) no solo (mm), conforme a expressão:

Equação 1:

$$CRA = \frac{(CC - PMP)}{10} \cdot \rho_a \cdot Z \cdot f$$

em que:

CC = capacidade de campo (%);

PMP = ponto de murcha permanente (%);

ρ_a = a densidade aparente do solo (g/cm^3);

Z = a profundidade efetiva do sistema radicular (cm);

f = fator de disponibilidade de água no solo.

Assim, tem-se que a CRA é igual à irrigação real necessária (IRN). Entretanto, para a determinação da lâmina líquida ou irrigação total necessária (ITN), é preciso a adequação da IRN em função da eficiência de aplicação (E_a , %) variável em função do sistema de irrigação que será utilizado, conforme a expressão:

Equação 2:

$$ITN = \frac{CRA}{E_a} = \frac{IRN}{E_a}$$

Com isso, pode-se determinar a frequência de irrigação ou turno de rega (TR) a partir da seguinte expressão:

Equação 3:

$$TR = \frac{IRN}{ET_{pc}}$$

A evapotranspiração potencial de cultura (ET_{pc}) (mm/dia) é a quantidade máxima de água perdida por transpiração da planta e por evaporação de uma área de solo. Esta definição é de fundamental importância em pastagem irrigada, pois estabelece o

consumo de água pela pastagem e, por consequência, a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema.

Há vários métodos para determinar a evapotranspiração, os quais, em sua maioria, estimam a ET_{pc} , ou seja, a que ocorre quando não há deficiência de água no solo, limitando seu uso pelas plantas. Esta ET_{pc} varia de acordo com as características intrínsecas de cada cultura. Dessa forma, verificou-se a necessidade de definir a evapotranspiração de uma cultura de referência (ET_0) e a evapotranspiração real por cultura (ET_c). Sendo a ET_0 a evapotranspiração de uma cultura hipotética, que cobre todo o solo, em crescimento ativo, sem restrição hídrica nem nutricional, com altura média de 0,12 m, albedo⁸ de 0,23 e resistência da superfície de 70 s/m. Esta pode ser obtida por diferentes métodos, dentre estes: Lisimetria, Penman-Monteith, Hargreaves Samani e Tanque Classe-A.

A ET_c refere-se à quantidade de água evapotranspirada por uma determinada cultura, sob as condições normais de cultivo, ou seja, o teor de água no solo nem sempre se mantém na capacidade de campo.

Assim, tem-se que estas evapotranspirações são dependentes uma da outra, exceto a ET_0 , que é determinada de forma independente das outras ET. A seguir estão apresentadas as determinações das ET, utilizando a metodologia descrita por Hargreaves e Samani (1985), para o cálculo da ET_0 considerando a cidade de Patos de Minas, em Minas Gerais por meio da expressão:

Equação 4:

$$ET_0 = 0,0135 \cdot \sigma \cdot Ra \cdot \sqrt{(T_{max} - T_{min})} \cdot (T_{med} + 17,8)$$

em que:

σ = igual a 0,162 para regiões continentais e 0,190 regiões costeiras;

⁸Medida da qualidade de radiação solar refletida por um corpo ou uma superfície.

Ra = radiação solar no topo da atmosfera, para Patos de Minas, no mês de julho = 10,8 (Quadro 7);

T_{\max} = temperatura máxima (Patos de Minas no mês de julho = 25,4 °C);

T_{\min} = temperatura mínima (Patos de Minas no mês de julho = 12,4 °C);

T_{med} = temperatura média = $0,5(T_{\max} + T_{\min})$.

Após determinada a ET_0 pode-se realizar o cálculo de ET_{pc} , conforme a expressão:

Equação 5:

$$ET_{pc} = ET_0 \cdot K_c$$

em que:

K_c é o coeficiente de cultura que é função da arquitetura de planta e do índice de área foliar, características que variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura. Com base em resultados de pesquisa e experiência de campo, recomenda-se para irrigação de pastagem um K_c prático, como uma constante, igual a 0,80. Isto, para o estágio de desenvolvimento entre ciclo de pastejo, onde tanto a evaporação quanto a transpiração são componentes importantes no processo da ET_c (ALENCAR et al., 2009).

Com os resultados de ET_{pc} é possível estimar a ET_c , conforme descrito na expressão:

Equação 6:

$$ET_c = ET_{pc} \cdot K_s$$

sendo K_s o coeficiente de umidade do solo, que varia de acordo com a taxa evapotranspiratória da cultura.

Observa-se que a ET_{pc} é utilizada para o dimensionamento de projetos de

QUADRO 7 - Radiação solar no topo da atmosfera (Ra) no dia 15 de cada mês, expressa em equivalente de evaporação (mm/dia) para diferentes latitudes sul (graus)

Latitude	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
0°	15,0	15,2	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
2°	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
4°	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	14,6	15,5	15,4
6°	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
8°	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
10°	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
12°	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
14°	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	15,5	16,6
16°	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	18,8	16,7	16,8
18°	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
20°	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
22°	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
24°	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
26°	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
28°	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
30°	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
32°	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
34°	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
36°	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
38°	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
40°	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3

FONTE: Dados básicos: Doorenbos e Pruitt (1997).

irrigação e a ET_c para o monitoramento da lâmina de irrigação, pois esta varia em relação aos aspectos de planta (estádio de desenvolvimento da cultura), clima e teor de água no solo.

Graficamente, pode-se observar para uma situação real de campo, que existem, para qualquer tipo de cultura e solo, fases de taxa constantes e decrescentes de transpiração de plantas em função do teor de água no solo (Gráfico 2); e, ainda, entre estas, um ponto crítico de umidade do solo, onde a taxa transpiratória deixa de ser máxima e passa a ser deplecionada, o qual é denominado *theta crítico* (θ_{crit}), muito bem estudado por Casaroli, Lier e Dourado Neto (2010), Casaroli, (2008) e Faria et al. (2010).

O acompanhamento das variáveis responsáveis pela maior ou menor evapotranspiração real da cultura, como radiação solar incidente, temperatura do ar, umidade

relativa (UR) do ar, deficiência de pressão de vapor do ar, velocidade do vento, teor de água no solo e, também, as próprias características da cultura, são de suma importância para um bom monitoramento da irrigação.

Dessa forma, o uso da tensiometria ou de estações climatológicas tornam-se imprescindíveis para a determinação do momento de irrigação, o que evita a falta ou o desperdício de água e de energia elétrica, que comprometam o crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras.

Ainda, para a obtenção do período de irrigação, ou seja, o tempo de funcionamento diário do sistema, e para a seleção dos aspersores, utiliza-se o conceito da velocidade de infiltração básica (VIB) do solo (mm/h), a qual é uma variável dependente das propriedades físicas do solo. Para isso, a intensidade de aplicação deverá ser menor ou igual a VIB.

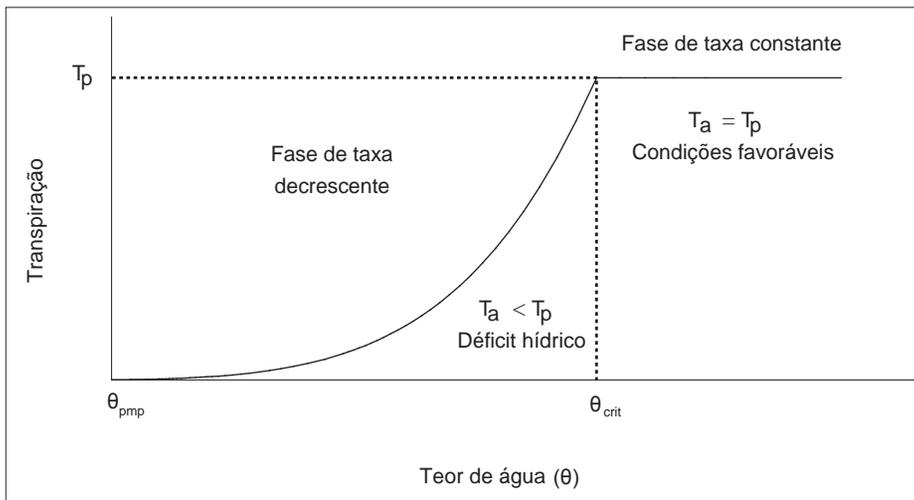


Gráfico 2 - Taxa de transpiração em função do teor de água no solo (θ) na fase de taxa constante ($\theta \geq \theta_{crit}$) e na fase de taxa decrescente ($\theta_{pmp} \leq \theta < \theta_{crit}$)

FONTE: Dados básicos: Casaroli (2008).

NOTA: T_a - Transpiração atual; T_p - Transpiração potencial ou máxima.

Em grande parte dos projetos de irrigação de pastagem a vazão necessária pode variar de 1.400 a 4.200 L de água/h/ha irrigado, ou seja, de 1,4 a 4,2 m³/h/ha (ALENCAR, 1999, 2007).

Quando se trata de uma lâmina média aplicada, têm-se trabalhado com quantidades de 10 a 15 mm, sendo o turno de rega considerado satisfatório, em torno de três a quatro dias. Evidencia-se melhor distribuição do sistema radicular no perfil do solo, quando as irrigações são realizadas de duas a três vezes por semana. A utilização de lâminas menores e com menor frequência de aplicação mostra um decréscimo na produção forrageira ao longo do tempo (DRUMOND; AGUIAR, 2005; DRUMOND; FERNANDES, 2001; MENDONÇA; RASSINI, 2005). Nestas condições, observa-se um crescimento radicular superficial com menor exploração do perfil do solo em busca de nutrientes, maior sensibilidade à falta de água e aos danos ocasionados pelo pisoteio (ALENCAR, 1999; 2007).

Efeitos significativos do pisoteio são notados mais em nível de solo que em termos de danos à planta forrageira, sobretudo, quando se trata do *Panicum maximum* (CARDOSO, 2000).

Solos mais úmidos podem apresentar

maior grau de compactação pelo pisoteio, dificultando o crescimento do sistema radicular, a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, a distribuição dos nutrientes aplicados em cobertura, para a manutenção da fertilidade do solo. Porém, a não irrigação dos piquetes ocupados e dos que antecedem a ocupação tem favorecido a produtividade e a longevidade dos sistemas irrigados pela redução do impacto do pisoteio (MENDONÇA; RASSINI, 2005; DRUMOND; AGUIAR, 2005).

Fertirrigação

Quando se trata de aplicação de fertilizantes no solo, primeiramente, deve-se verificar o pH deste solo, para realizar, caso necessário, a calagem. Isto porque, a extração de nutrientes do solo pelas plantas se dá, para grande parte dos nutrientes, em pH entre 6,0 e 6,8 (TAIZ; ZEIGER, 2004). Assim, recomenda-se, para pastagens irrigadas, que a aplicação do calcário seja feita, em uma única dose, antes da formação do pasto, desde que esta dose não ultrapasse os limites críticos de pH que possam afetar a disponibilidade de alguns nutrientes, como o manganês (Mn). Ainda, para um melhor desenvolvimento do sistema radicular, deve-se observar a profundidade de

aplicação, as quais, em geral, utilizam-se valores entre 0,25 e 0,30 m (ALENCAR, 2007).

Em virtude de as pastagens irrigadas não permitirem uma movimentação periódica do solo, preferencialmente, deve-se utilizar um calcário com maior granulometria, que tenha um alto valor de poder de neutralização (PN) e um baixo valor de poder relativo de neutralização total (PRNT) de, aproximadamente, 70%, pois a extração se dá de forma contínua e intensa (ALENCAR et al., 2009).

Alguns autores relatam que calcários finos tendem, inicialmente, a um aumento do pH e, a curto prazo, à ocorrência de um decréscimo no teor de Ca e Mg, inferindo em uma menor eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas (ALENCAR et al., 2009).

O monitoramento dos níveis de fertilizantes em cultivos de pastagens irrigadas, que possuem uma alta extração de nutrientes e que não permitem o revolvimento do solo periodicamente para uma melhor uniformidade, tem sido um grande desafio. Dessa forma, observa-se que a aplicação de fertilizantes à base de N, potássio (K) e enxofre (S), via fertirrigação, pode ser uma alternativa recomendável nestes casos, sendo também economicamente viável, pois a aplicação, utilizando adubadeiras tracionadas a trator, torna mais oneroso o custo de manutenção dessas pastagens, pelo fato de necessitar de máquinas quase todos os dias. Diante disso, a maior entrada de máquinas na área de cultivo, e o pisoteio animal poderão comprometer a planta forrageira e as condições físicas do solo (ALENCAR, 2007; ALENCAR et al., 2009; DRUMOND; AGUIAR, 2005).

Quantidade e qualidade da água

Em projetos de irrigação de pastagem a vazão de água necessária pode variar de 1.400 a 4.200 L/h/ha irrigado. Ou seja, em um projeto de 10 ha, a vazão bombeada será em média de 28 mil litros de água por hora (28 m³/h).

Não fazer uma análise da água e prover tratamentos inadequados podem resultar no fracasso do projeto. Quanto às características que determinam a qualidade da água para irrigação, conforme Bernardo, Soares e Mantovani (2009), a água deve ser analisada com relação a seis parâmetros básicos:

- concentração total de sais solúveis ou salinidade;
- proporção relativa de sódio, em relação aos outros cátions ou capacidade de infiltração do solo;
- elementos tóxicos;
- concentração de bicarbonatos;
- aspecto de entupimento (rotor e tubulação);
- aspecto sanitário.

Exemplo de cálculo

Supondo uma propriedade em Patos de Minas, MG, com latitude de $-18^{\circ} 31' 44''$, possuindo solo franco, com CC de 22%, PMP de 10% e densidade aparente do solo igual a $1,4 \text{ g/cm}^3$ (Quadro 8). Ainda, sabe-se que a planta a ser irrigada apresenta um sistema radicular de 0,20 m. Para este caso, tem-se a seguinte lâmina: primeiramente, deve-se determinar qual a CRA no solo, ou seja, qual a quantidade de água que o reservatório pode conter, utilizando a expressão:

$$\text{CRA} = \frac{(22 - 10)}{10} \cdot 1,4 \cdot 20 \cdot 0,4 \rightarrow$$

$$\text{CRA} = 13,44 \text{ mm}$$

Em seguida pode-se obter a irrigação total necessária (ITN), a qual leva em consideração a eficiência de aplicação do sistema, no caso, aspersão convencional (80%) conforme a expressão:

$$\text{ITN} = \frac{13,44}{0,80} \rightarrow \text{ITN} = 16,80 \text{ mm}$$

QUADRO 8 - Parâmetros que caracterizam o solo, para os cálculos de dimensionamento de um projeto de irrigação

Textura do solo	VIB (mm/h)	ρ_a (g/cm^3)	CC (%)	PMP (%)
Areia	⁽¹⁾ 50 ⁽²⁾ (25-250)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)
Franco-arenoso	25 (13-76)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)
Franco	13 (8-20)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)
Franco-argiloso	8 (2,5-15)	1,35 (1,30-140)	27 (23-31)	13 (11-15)
Argilo-limoso	2,5 (0,3-5)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)
Argiloso	0,5 (0,1-1)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)

FONTE: Dados básicos: Israelsen e Hansen (1965).

NOTA: VIB - Velocidade de infiltração básica; CC - Capacidade de campo; PMP - Ponto de murcha permanente.

(1) Valores superiores representam valores médios. (2) Valores entre parênteses representam a classe normal de variação.

Sabendo-se qual a quantidade de água que o solo consegue reter e a quanto aplicar de lâmina, considerando o sistema adotado, deve-se calcular qual será a frequência de irrigações e, assim, determinar o turno de rega (TR).

Neste exemplo a evapotranspiração de referência será estimada utilizando a metodologia descrita por Hargreaves e Samani (1985), conforme a expressão:

$$\text{ET}_0 = 0,0135 \cdot 0,162 \cdot 10,8 \cdot$$

$$\sqrt{(25,6 - 12,4)} \cdot (19 + 17,8)$$

$$\text{ET}_0 = 3,16 \text{ mm/dia} \rightarrow \text{Considerando}$$

$$\text{Kc} = 1,2;$$

$$\text{ET}_{\text{pc}} = 3,16 \times 1,2 = 3,8 \text{ mm/dia};$$

$$\text{TR} = \frac{13,44}{3,80} \rightarrow \text{TR} = 3,5 \rightarrow$$

$$3 \text{ dias (arredondamento para baixo)}$$

Dessa forma, para estas condições deve-se irrigar a pastagem a cada três dias com uma lâmina de 16,8 mm ou, se preferir, uma lâmina diária de 5,6 mm.

VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA

A irrigação é um processo que requer investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando-se imprescindível à análise dos componentes de custos dos sistemas empregados. É necessário ressaltar que a irrigação deve sempre estar associada ao manejo adequado do pasto, ao preparo do solo, à correção da fertilidade do solo com base em análise química, à utilização de fertilizantes em adubações de manutenção, à escolha de espécies forrageiras mais produtivas, e ao combate a pragas e a doenças, sem, contudo negligenciar o manejo animal sob pastejo.

Apesar do potencial, resultados contraditórios têm sido obtidos com o uso da irrigação em pastagem. Quando se opta pela irrigação, que é de alto investimento,

todos os fatores devem ser considerados, tais como região, espécie forrageira, sistema de irrigação e nível de insumos utilizados.

Para tornar o processo produtivo viável e eficiente de forma econômica, independentemente do método de pastejo empregado, deve-se sempre obter produção máxima de forragem de boa qualidade, distribuída uniformemente durante o ano e por vários anos. O uso da irrigação em pastagens pode proporcionar maiores retornos econômicos, pois seu uso correto eleva a produção por animal e por área, favorecendo a relação custo/benefício desta tecnologia.

Para obtenção de elevada quantidade de forragem, deve-se considerar que as gramíneas são tão ou às vezes até mais exigentes que culturas tradicionais de grãos. Segundo Ribeiro et al. (2008), a utilização da irrigação pressupõe a adoção de um sistema intensivo de produção em áreas adubadas e cultivadas com forrageiras de elevado potencial de produção de biomassa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a alimentação de bovinos representa de 40% a 60% do custo de produção animal, os produtores devem buscar programas de produção de forragens e sistemas de alimentação mais eficientes que minimizem tais custos, que demandem menos mão de obra e insumos e proporcionem menor impacto sobre o meio ambiente.

Tendo em vista os resultados econômicos e de desempenho animal que vêm sendo obtidos por pecuaristas que utilizam a técnica de irrigação de pastagens, pode-se afirmar que esta tecnologia apresenta grande potencialidade.

A amplitude de resposta das gramíneas tropicais à irrigação sob condições de decréscimo do fotoperíodo e da temperatura não é bem conhecida, recomendando-se análise criteriosa na tomada de decisões técnicas com base somente em parâmetros econômicos. Não

se pode fazer generalizações a respeito das limitações climáticas para o crescimento das forrageiras apenas em função da região. Devem ser analisados os dados climáticos do local, principalmente o comportamento das temperaturas mínimas durante o ano.

Pelo fato de grande parte das propriedades encontrar-se em terras de elevado valor agregado, torna-se imprescindível a intensificação do sistema de produção de bovinos em pastagens, almejando ganhos na escala de produção, que garantam a competitividade da atividade diante das alternativas de uso da terra.

AGRADECIMENTO

À Fapemig e ao CNPq, pelo financiamento das pesquisas e pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C.A.B. Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 233-242.

_____. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais.** 2007. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

_____. Sistema de produção de leite, cana-de-açúcar e pasto, irrigado por aspersão de baixa pressão. *Glória Rural*, v.3, n.27, p.13-19, 1999.

_____. et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.38, p.98-108, jul. 2009. Número especial.

ANDRADE, A.C. et al. Análise de crescimento do capim elefante 'Napier' adubado e irrigado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.2, p.415-423, mar./abr. 2005.

AZEVEDO, L.P. de; SAAD, J.C.C. Irrigação de pastagens via pivô central, na bovinocultura de corte. *Irriga*, Botucatu, v.14, n.4, p.492-503, out./dez. 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação.** 8. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 625p.

BUSTAMANTE, M.M.C. et al. Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil. In: LAL, R. et al. **Carbon sequestration in soils of Latin America.** New York: Haworth, 2006. p.285-304.

CARDOSO, G.C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2000. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2000. p.243-260.

CARVALHO, J.L.N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira Ciência Solo*, v.34, n.2, p.277-290, mar./abr. 2010.

CASAROLI, D. **Transpiração de plantas e condições hidráulicas do solo.** 2008. 146f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

_____; LIER, Q. de J. van; DOURADO NETO, D. Validation of a root water uptake model to estimate transpiration constraints. *Agricultural Water Management*, v.97, n.9, p.1382-1388, Sept. 2010.

CONANT, R.T.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E.T. Grassland management and conversion into grassland: effects of soil carbon. *Ecological Applications*, v.11, n.2, p.343-355, Apr. 2001.

CORRÊA, L. de A.; SANTOS, P.M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais.** São Carlos: Embrapa Agropecuária Sudeste, 2006. 6p. (Embrapa Agropecuário Sudeste. Circular Técnica, 48).

CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. *Anais...* Manejo de pastagem de tifton, coastcross e estrela. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.55-83.

CUNHA, FF. da. **Produção e características morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com adubação convencional e fertirrigação na região Leste de Minas Gerais.** 2009. 83f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (FAO. Irrigação e Drenagem. Estudos, 24).
- DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A. de P.A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba, 2005. 210p. _____; FERNANDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba: UNIUBE, 2001. 84p.
- FARIA, L.N. et al. A split-pot experiment with sorghum to test a root water uptake partitioning model. **Plant and Soil**, v.331, n.1/2, p.299-311, 2010.
- GERDES, L. et al. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim aruana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.4, p.1098-1108, jul./ago. 2005.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- ISRAELSEN, O.W.; HANSEN, V.E. **Principios y aplicaciones del riego**. 2. ed. Barcelona: Reverte, 1965. 400p.
- LOPES, R. dos S. et al. Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1388-1394, nov./dez. 2003.
- _____. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.1, p.20-29, jan./fev. 2005.
- MARCELINO, K.R.A. et al. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.2, p.268-275, mar./abr. 2003.
- MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Curso teórico-prático de manejo e projetos de irrigação em pastagens**. São Carlos: EMBRAPA-CNPPS, 2005. 59p. Apostila.
- MELLO, A.C.L.; SANTOS, P.M.; PEDREIRA, C.G.S. Photosynthetic light response of Tanzania grass under four levels of leaf temperature. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.73-74.
- NUSSIO, L.G.; PONCHIO, L. Custo de pastagem intensivo no verão. **Leite DPA**, n.46, p.8-12, 2005.
- OLIVEIRA, P.P.A. et al. **Recomendação da sobresemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais ou subtropicais irrigadas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 7p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 61).
- OLIVEIRA FILHO, J. da C. **Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no estado do Tocantins**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- PALIERAQUI, J.G.B. et al. Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins mombaça e napier. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2381-2387, nov./dez. 2006.
- PEREIRA, J.C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.287-330.
- QUEIROZ, D.S. et al. Estratégias de aplicação de nitrogênio em capim-xaraés e capim tifton 85 irrigado na época seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Empreendedorismo e progresso científico na zootecnia brasileira de vanguarda. Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. 1CD-ROM.
- RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.821-825, ago. 2004.
- RIBEIRO, E.G. et al. Influência da irrigação durante as épocas seca e chuvosa na taxa de lotação, no consumo e no desempenho de novilhos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.9, p.1546-1554, set. 2008.
- _____. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.8, p.1432-1442, ago. 2009.
- ROCHA, G.L. da. **Ecossistemas de pastagens: aspectos dinâmicos**. Piracicaba: FEALQ, 1991. 391p. (FEALQ. Biblioteca de Zootecnia, 2).
- ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.533-566. (FEALQ. Atualização em Zootécnica, 10).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- SEGNINI, A. et al. **Sequestro de carbono em solos com gramíneas**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 5p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Circular Técnica, 41).
- SOUZA, E.M. de et al. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.4, p.1146-1155, jul./ago. 2005.
- VANZELA, L.S. et al. **Qualidade de forragem de capim-mombaça sob irrigação na região Oeste do Estado de São Paulo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Agricultura irrigada nos Cerrados. Goiânia: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2006. 1 CD-ROM.
- VILELA, D. et al. Potencial produtivo de gramíneas tropicais sob diferentes níveis de nitrogênio e irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** A produção animal e a segurança alimentar. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1CD-ROM.
- XAVIER, A.C. et al. Manejo da irrigação em pastagem irrigada por pivô-central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.233-239, maio/dez. 2004.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

INTRODUÇÃO

O Informe Agropecuário é uma publicação seriada, periódica, bimestral, de caráter técnico-científico e tem como objetivo principal difundir tecnologias geradas ou adaptadas pela EPAMIG, seus parceiros e outras instituições para o desenvolvimento do agronegócio de Minas Gerais. Trata-se de um importante veículo de orientação e informação para todos os segmentos do agronegócio, bem como de todas as instituições de pesquisa agropecuária, universidades, escolas federais e/ou estaduais de ensino agropecuário, produtores rurais, empresários e demais interessados. É peça importante para difusão de tecnologia, devendo, portanto, ser organizada para atender às necessidades de informação de seu público, respeitando sua linha editorial e a prioridade de divulgação de temas resultantes de projetos e programas de pesquisa realizados pela EPAMIG e seus parceiros.

A produção do Informe Agropecuário segue uma pauta e um cronograma previamente estabelecidos pelo Conselho de Difusão de Tecnologia e Publicações da EPAMIG, conforme demanda do setor agropecuário e em atendimento às diretrizes do Governo. Cada edição versa sobre um tema específico de importância econômica para Minas Gerais.

Do ponto de vista de execução, cada edição do Informe Agropecuário terá um coordenador técnico, responsável pelo conteúdo da publicação, pela seleção dos autores dos artigos e pela preparação da pauta.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS ORIGINAIS

Os artigos devem ser enviados em CD-ROM ou pela Internet, no programa *Word*, fonte Arial, corpo 12, espaço 1,5 linha, parágrafo automático, justificado, em páginas formato A4 (21,0 x 29,7cm).

Os quadros devem ser feitos também em *Word*, utilizando apenas o recurso de tabulação. Não se deve utilizar a tecla *Enter* para formatar o quadro, bem como valer-se de “toques” para alinhar elementos gráficos de um quadro.

Os gráficos devem ser feitos em *Excel* e ter, no máximo, 15,5 cm de largura (em página A4). Para tanto, pode-se usar, no mínimo, corpo 5 para composição dos dados, títulos e legendas.

As fotografias a serem aplicadas nas publicações devem ser recentes, de boa qualidade e conter autoria. Podem ser enviadas em papel fotográfico (9 x 12 cm ou maior), cromo (*slide*) ou digitalizadas. As foto-grafias digitalizadas devem ter resolução mínima de 300 DPIs no formato mínimo de 15 x 10 cm e ser enviadas em CD-ROM ou ZIP disk, preferencialmente em arquivos de extensão TIFF ou JPG.

Não serão aceitas fotografias já escaneadas, incluídas no texto, em *Word*. Enviar os arquivos digitalizados, separadamente, nas extensões já mencionadas (TIFF ou JPG, com resolução de 300DPIs).

Os desenhos devem ser feitos em nanquim, em papel vegetal, ou em computador no *Corel Draw*. Neste último caso, enviar em CD-ROM ou pela Internet. Os arquivos devem ter as seguintes extensões: TIFF, EPS, CDR ou JPG. Os desenhos não devem ser copiados ou tirados de *Home Page*, pois a resolução para impressão é baixa.

PRAZOS E ENTREGA DOS ARTIGOS

Os colaboradores técnicos da revista Informe Agropecuário devem observar os prazos estipulados formalmente para a entrega dos trabalhos, bem como priorizar o atendimento às dúvidas surgidas ao longo da produção da revista, levantadas pelo coordenador técnico, pela Revisão e pela Normalização. A não-observância a essas normas trará as seguintes implicações:

- os colaboradores convidados pela Empresa terão seus trabalhos excluídos da edição;
- os colaboradores da Empresa poderão ter seus trabalhos excluídos ou substituídos, a critério do respectivo coordenador técnico.

O coordenador técnico deverá entregar ao Departamento de Publicações (DPPU) da EPAMIG os originais dos artigos em CD-ROM ou pela Internet, já revisados tecnicamente, 120 dias antes da data prevista para circular a revista. Não serão aceitos artigos entregues fora desse prazo ou após o início da revisão linguística e normalização da revista.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

ESTRUTURAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos devem obedecer a seguinte seqüência:

- título:** deve ser claro, conciso e indicar a idéia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a sua compreensão;
- nome do(s) autor(es):** deve constar por extenso, com numeração sobrescrita para indicar, no rodapé, sua formação e títulos acadêmicos, profissão, instituição a que pertence e endereço. Exemplo: Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. U.R. EPAMIG SM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ctsm@epamig.br;
- resumo:** deve constituir-se em um texto conciso (de 100 a 250 palavras), com dados relevantes sobre a metodologia, resultados principais e conclusões;
- palavras-chave:** devem constar logo após o resumo. Não devem ser utilizadas palavras já contidas no título;
- texto:** deve ser dividido basicamente em: Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais. A Introdução deve ser breve e focar o objetivo do artigo;
- agradecimento:** elemento opcional;
- referências:** devem ser padronizadas de acordo com o “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG, que apresenta adaptação das normas da ABNT.

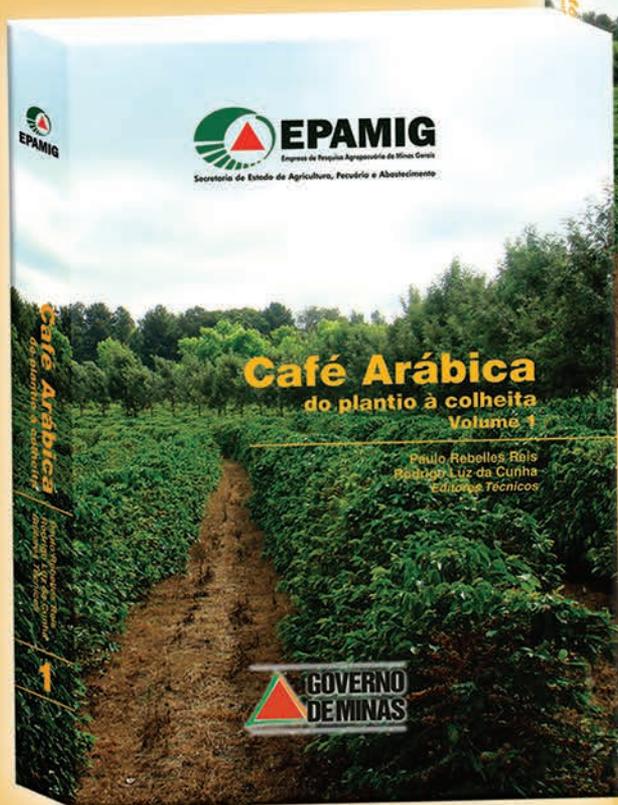
Com relação às citações de autores e ilustrações dentro do texto, também deve ser consultado o Manual para Publicações da EPAMIG.

NOTA: Estas instruções, na íntegra, encontram-se no “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG. Para consultá-lo, acessar: www.epamig.br, entrando em Publicações ou Biblioteca/Normalização.

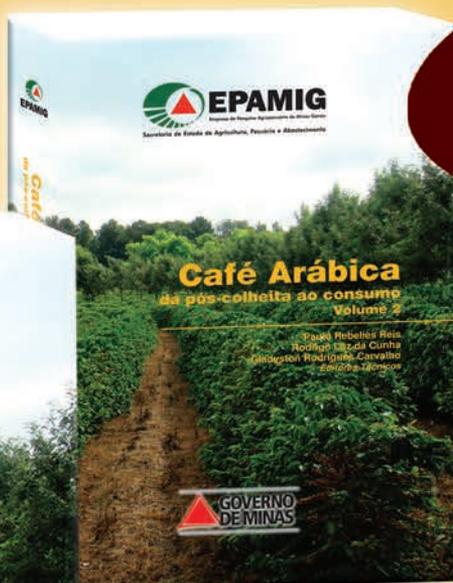
Café Arábica

História, Pesquisa e Tecnologia

Lançamento em
agosto/2011



Café Arábica
do plantio à colheita
Volume 1



Café Arábica
da pós-colheita ao consumo
Volume 2

O livro **Café Arábica: do plantio à colheita** constitui um marco na pesquisa agropecuária mineira ao abordar, em 14 capítulos, todas as fases da produção de café, da semente à colheita, incluindo a história do café no Brasil. O livro traz temas inéditos e também atualiza informações importantes no manejo da cultura, visando o cultivo racional por meio de tecnologias disponíveis que possibilitam uma produtividade com qualidade e sustentabilidade.

Esta é uma publicação que não pode faltar aos cafeicultores, pesquisadores, consultores, técnicos, professores e estudantes de Ciências Agrárias!

Aquisição e informações:
(31) 3489-5002
(35) 3821-6244
publicacao@epamig.br





**Na vida, o melhor é
fazer a escolha certa.**



UNIPAM
Educação que transforma.

www.unipam.edu.br