

INFORME

v. 25 - n. 223 - 2004

ISSN 0100-3364

AGROPECUÁRIO

Uma publicação da EPAMIG
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Feijão de Alta Produtividade

Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV



Proteção por inteiro

Resultados evidentes, só com a linha Sipcam Agro!

A Sipcam Agro, empresa com atuação de 26 anos no setor agrícola do Brasil, tem a solução ideal para quem busca os melhores resultados. Com excelentes produtos, a Linha Feijão da Sipcam Agro proporciona lavouras com melhor sanidade e produtividade.

Compare e comprove a diferença.



ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, no bulo e no recibo. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por terceiros de idade.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo

Venda sob receita de agrônomo

Produto de Uso Agrícola



R. Igarapava, 599 - Distrito Industrial III
Cep: 38001-970 - Uberaba - MG
Tel: (34) 3319-5550 - Fax: (34) 3319-5570
www.sipcam.com.br



Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.25 n.223 2004

Belo Horizonte-MG



Apresentação

A produção de feijão em Minas Gerais é de, aproximadamente, 500 mil toneladas (2002), o que garante ao Estado o segundo lugar entre os maiores produtores do País. O cultivo é realizado em todas as regiões, com os mais variados níveis tecnológicos e sistemas de produção. Mesmo com toda essa diversidade, a produtividade obtida por muitos agricultores é ainda baixa.

A simples adoção de tecnologias já disponibilizadas pela pesquisa pode modificar este panorama, principalmente entre os pequenos e médios produtores, responsáveis por parcela expressiva da produção.

Com base nesses dados, a EPAMIG coloca à disposição dos produtores esta edição da revista Informe Agropecuário, que contém as principais recomendações técnicas para o cultivo do feijão. Entre os temas abordados estão o uso de sementes de qualidade, provenientes de variedades melhoradas, clima, plantio direto, adubação, irrigação e controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Trazilbo José de Paula Júnior
Alexandre C. de Barcellos Ferreira
Rogério Faria Vieira

Sumário

Editorial	3
Entrevista	5
Produtividade e custo de produção do feijão em diferentes níveis tecnológicos	
<i>José Mauro Chagas, Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira, Trazilbo José de Paula Júnior e Rogério Faria Vieira</i>	7
Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro	
<i>Agostinho D. Didonet e Silvano Carlos da Silva</i>	13
Cultivares	
<i>Magno Antonio Patto Ramalho, Ângela de Fátima Barbosa Abreu e José Eustáquio S. Carneiro</i>	21
Importância do uso de sementes de feijão livres de patógenos	
<i>Rogério Faria Vieira e Trazilbo José de Paula Júnior</i>	33
Manejo de solos para a cultura do feijoeiro	
<i>José Carlos Cruz, Ramon Costa Alvarenga, Israel Alexandre Pereira Filho, Derli Prudente Santana, Etelvino Henrique Novotny e Egídio Arno Konzen</i>	42
Métodos culturais	
<i>Clibas Vieira</i>	57
Nutrição e adubação do feijoeiro	
<i>Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira, Messias José Bastos de Andrade e Geraldo Antônio de Andrade Araújo</i>	61
Irrigação	
<i>Pedro Marques da Silveira e Luis Fernando Stone</i>	74
Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto	
<i>Tarcísio Cobucci, José Geraldo Di Stefano, João Kluthcouski e Dionídio Feitosa Sousa</i>	83
Manejo integrado de doenças do feijoeiro	
<i>Trazilbo José de Paula Júnior, Rogério Faria Vieira e Laércio Zambolim</i>	99
Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro	
<i>Eliane D. Quintela</i>	113
Colheita mecanizada	
<i>José Geraldo da Silva e Pedro Marques da Silveira</i>	138

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 25	n.223	p.1-144	2004
----------------------	----------------	-------	-------	---------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364
INPI: 1231/0650500

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.

COMISSÃO EDITORIAL

Baldonado Arthur Napoleão
Luis Carlos Gomes Guerra
Manoel Duarte Xavier
Carlos Alberto Naves Carneiro
Maria Lélia Rodriguez Simão
Edson Marques da Silva
Sebastião Gonçalves de Oliveira
Aldo Fernandes da Silva Júnior
Cristina Barbosa Assis
Vânia Lacerda

EDITOR

Vânia Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Trazilbo José de Paula Júnior, Alexandre C. de Barcellos Ferreira e Rogério Faria Vieira

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

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

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Rosângela Maria Mota Ennes e Maria Alice Vieira*

Design e Capa: *Thiago Fernandes Barbosa*

Fotos da capa: *Erasmus Pereira e Thiago Fernandes Barbosa*

PUBLICIDADE

Assessoria de Marketing

Décio Corrêa
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova
Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 Belo Horizonte-MG
Telefone: (31) 3488-8468

IMPRESSÃO

EMBRAPA

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

Assinatura anual: 6 exemplares

Aquisição de exemplares

Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC/EPAMIG)

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova
Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 Belo Horizonte-MG
Telefax: (31) 3488-6688

E-mail: sac@epamig.br - Site: www.epamig.br

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

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 Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

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. Agricultura - Aspecto Econômico - Periódico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Aécio Neves da Cunha
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Silas Brasileiro
Secretário



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Presidência

Baldonado Arthur Napoleão

Diretoria de Operações Técnicas

Manoel Duarte Xavier

Diretoria de Administração e Finanças

Luiz Carlos Gomes Guerra

Gabinete da Presidência

Carlos Alberto Naves Carneiro

Assessoria de Comunicação

Aldo Fernandes da Silva Júnior

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Ronara Dias Adorno

Assessoria Jurídica

Gilson Márcio Boncompagni

Assessoria de Informática

Luiz Fernando Drummond Alves

Auditoria Interna

Carlos Roberto Ditadi

Departamento de Transferência e Difusão de Tecnologia

Cristina Barbosa Assis

Departamento de Pesquisa

Maria Lélia Rodrigues Simão

Departamento de Negócios Tecnológicos

Edson Marques da Silva

Departamento de Ações e Desenvolvimento

Sebastião Gonçalves de Oliveira

Departamento de Recursos Humanos

José Eustáquio de Vasconcelos Rocha

Departamento de Patrimônio e Administração Geral

Marlene do Couto Souza

Departamento de Contabilidade e Finanças

José Roberto de Castro Massensini

Superintendência Financeira dos Centros Tecnológicos e

Fazendas Experimentais

José Roberto Enoque

Superintendência Administrativa dos Centros Tecnológicos e

Fazendas Experimentais

Artur Fernandes Gonçalves Filho

Centro Tecnológico-Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Gêrson Occhi

Centro Tecnológico-Instituto Técnico de

Agropecuária e Cooperativismo

Marusia Guimarães Pereira Rodrigues

Centro Tecnológico do Sul de Minas

Adauto Ferreira Barcelos

Centro Tecnológico do Norte de Minas

Marco Antonio Viana Leite

Centro Tecnológico da Zona da Mata

Juliana Cristina Veccelli de Carvalho

Centro Tecnológico do Centro-Oeste

Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico do Triângulo e Alto Paranaíba

Roberto Kazuhiko Zito

A EPAMIG integra o

Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária,
coordenado pela EMBRAPA

Tecnologia garante rentabilidade para a cultura do feijão

O consumo de feijão no Brasil é de cerca de 16 kg/habitante/ano, o que faz dessa leguminosa não só um dos alimentos básicos da população, mas também a responsável pelo fornecimento de grande parte da proteína necessária ao corpo humano. O plantio de feijão alcança diversas regiões do território nacional, podendo ser cultivado em diferentes sistemas de produção.

Neste cenário, os produtores de feijão classificam-se em dois grupos: os pequenos, que ainda usam baixa tecnologia e têm sua renda associada às condições climáticas, concentrados na produção das águas (primeira safra), e os grandes, com lavoura tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado, concentrado na produção da seca e de inverno (segunda e terceira safras).

As duas primeiras safras são responsáveis por 90% da produção nacional. Esta provém de 2,9 milhões de hectares de lavouras de pequenos e médios produtores, que utilizam, na sua maioria, mão-de-obra familiar com baixo nível tecnológico, tendo como conseqüência, uma produtividade média de 776 kg/ha, considerada baixa. A safra de inverno de, aproximadamente, 156 mil hectares, garante os 10% restantes da produção, através do manejo da lavoura com alto nível tecnológico, onde a irrigação é essencial para alcançar produtividades médias de 1.584 kg/ha. Estes dados mostram que a tecnologia é imprescindível para o aumento da produtividade e a conseqüente rentabilidade da cultura feijoeira num mercado altamente competitivo.

Disponibilizar tecnologias adequadas aos pequenos e médios produtores é essencial para o aumento da produtividade de feijão. Com este objetivo, a EPAMIG apresenta o Informe Agropecuário, que contém informações e orientações para a condução das lavouras de feijão com uso de tecnologias que garantem produtividade e lucro para o produtor.

Baldonado Arthur Napoleão

Presidente da EPAMIG



FERTILIZANTES



HERINGER

Para uma colheita maior

Paulínia SP
Fone: 19 3884 9000
paulinia@heringer.com.br

Manhuacu MG
Fone: 33 3339 1600
manhuacu@heringer.com.br

Uberaba MG
Fone: 34 3311 9000
uberaba@heringer.com.br

Três Corações MG
Fone: 35 3239 5900
trescoracoes@heringer.com.br

Paranaguá PR
Fone: 41 3038 8500
paranagua@heringer.com.br

Viana ES
Fone: 27 2122 2200
viana@heringer.com.br

Camacari BA
Fone: 71 634 3500
camacari@heringer.com.br

www.heringer.com.br

Investir na pesquisa é fundamental para aumento da produtividade

O engenheiro agrônomo José Aristóteles Pereira dos Santos possui vários cursos de desenvolvimento e aprimoramento nas áreas de Fitotecnia, Entomologia, Irrigação, Administração Rural, Planejamento Rural e Plantio Direto. É consultor independente para assuntos agropecuários, através da Projetar Planejamento e Assessoria. José Aristóteles é proprietário da Fazenda Bocaina, distante 60 km da cidade de Unaí, MG. A Fazenda, que possui área total de 739 ha, apresenta características de solo e topografia que lhe conferem alta aptidão para irrigação e integração



lavoura pecuária. Para a safra 2004/2005 está programado o sistema de integração (milho com braquiária – Sistema Santa Fé), feijão com estilosantes (Mineirão, Campo Grande I e Campo Grande II).

Com essa estratégia, José Aristóteles pretende garantir, após a colheita do milho, pastagem de braquiária de primeiro ano, que permanecerá verde durante a seca, e a manutenção de banco de proteína (estilosantes) nas áreas de feijão que, normalmente, é colhido em janeiro/fevereiro.

IA - Como o senhor classifica, em termos de quantidade, alta produtividade de feijão?

José Aristóteles - Classifico como alta produtividade do feijoeiro, rendimentos acima de 3 mil kg/hectare. Com relação à dificuldade de obter alta produtividade, classifico da seguinte forma:

- produtividade até 40 sacas/hectare – fácil;
- produtividade de 40 a 50 sacas/hectare – normal;

- produtividade acima de 50 sacas/hectare – difícil;
- produtividade acima de 60 sacas/hectare – muito difícil.

IA - Qual foi a maior produtividade de feijão alcançada em sua região? Em que condições de manejo essa produtividade foi obtida?

José Aristóteles - Em torno de 74 sacos/hectare, em condições de plantio no mês de maio e sob sistema de irrigação do tipo pivô central, considerando

também a nutrição equilibrada (com avaliação e análises do solo e foliar) com aplicação no sulco de plantio dos nutrientes, conforme análise de solo, reposição e/ou complementação através de aplicação via foliar ou via quimi-gação dos nutrientes que apresentaram níveis baixos pela análise foliar. Além disso vale ressaltar a utilização da técnica de manejo integrado de pragas e doenças, o que baixa sensivelmente o custo de produção e contribui para o aumento da produtividade.

IA - *Na sua opinião, quais os principais fatores que influenciam na produtividade?*

José Aristóteles - Em primeiro lugar, destaco a alta temperatura, que, durante a fase de floração, favorece a produção elevada de flores e acelera as taxas respiratórias, o que causa elevada demanda por carboidratos, com conseqüente redução no vingamento de flores e vagens. Esta fase requer bastante atenção do produtor. A temperatura exerce ainda grande influência na fase de germinação. A temperatura ideal é de 25°C. Na fase pós-germinação, até o início do florescimento, a temperatura ideal varia de 24°C a 26°C e, durante o florescimento, 21°C a 23°C.

A adubação balanceada é um fator importante, tendo em vista que o feijoeiro é uma planta altamente exigente e cheia de detalhes. O produtor deve estar atento a alterações que surgirem nas plantas ocasionadas por adubação inadequada.

Outros fatores são: escolha da cultivar ideal para o plantio em determinada época do ano, uma vez que esta medida pode garantir o sucesso da lavoura, espaçamento adequado para cada cultivar e, o mais importante, acompanhamento diário da lavoura.

IA - *Qual a importância do uso de cultivares melhoradas na obtenção de altas produtividades?*

José Aristóteles - O uso de cultivares melhoradas é importante, devido às características de sanidade e qualidade da semente. A maioria das doenças de importância econômica do feijoeiro, exceto a ferrugem e o mosaico

dourado, são transmitidas pela semente. A obtenção de altas produtividades depende, em princípio, das características de qualidade e sanidade das sementes.

IA - *Como as novas tecnologias estão chegando em sua região?*

José Aristóteles - Considerando que a nossa região hoje é uma das maiores produtoras de feijão do País, há grande interesse, tanto por parte das empresas de pesquisas oficiais, como Epamig, Embrapa, e de assistência técnica, como Emater, e também das multinacionais envolvidas no segmento de produção de grãos, em facilitar os ensaios de pesquisas, manter campos demonstrativos e em promover simpósios, dias de campo regionais e nacionais. Desta maneira são apresentados resultados e novas tecnologias para a região.

IA - *Com a sua experiência, que sugestões daria aos pesquisadores, para o aumento do teto de produtividade de feijão em Minas Gerais?*

José Aristóteles - Considerando que a essência do conhecimento científico e a sua aplicação prática são fundamentais para o aumento do teto de produtividade do feijão no estado de Minas Gerais e também no Brasil, sugiro aos pesquisadores que associem as pesquisas de laboratório à prática, em nível de campo, em áreas expressivas com obtenção de resultados mais confiáveis. Estudos na área de ecofisiologia, para entendimento do efeito de estresses abióticos (calor, déficit hídrico, frio, baixo fósforo, etc.), poderiam

ter uma repercussão muito grande no aumento de produtividade do feijoeiro. Assim, é necessário entender como os componentes de produção interferem na produtividade do feijoeiro, tais como: índice de área foliar (área foliar por unidade de área de solo); número de grãos/unidade de área; número de vagens/planta; número de grãos/vagem, número de plantas/unidade de área; peso de grãos, além das temperaturas ideais para cada estágio fenológico (principalmente as temperaturas durante o florescimento) e disponibilidade de luz. Pesquisas nestas áreas poderiam dar um novo impulso no teto de produtividade de feijão em Minas Gerais.

IA - *Qual o papel da assistência técnica no aumento da produtividade?*

José Aristóteles - A assistência técnica é vital para capilarizar os resultados gerados pela pesquisa. Ela é o elo de ligação entre a pesquisa e o campo e tem uma contribuição significativa no aumento de produtividade.

IA - *É possível conciliar a alta produtividade com o aumento de lucro do produtor?*

José Aristóteles - Sim. Se juntarmos dois importantes fatores, a tecnologia disponível e o talento para conduzirmos uma lavoura de feijão, ou seja, escolha da variedade certa, época ideal para o plantio, nutrição/adubação adequadas, utilização de técnicas de manejo integrado de pragas e doenças, entre outras. Ao juntarmos esses dois fatores, com certeza baixaremos o custo de produção e, conseqüentemente, haverá um aumento de lucro para o produtor.

Produtividade e custo de produção do feijão em diferentes níveis tecnológicos

José Mauro Chagas¹
Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira²
Trazilbo José de Paula Júnior³
Rômulo Bastos Chagas⁴

Resumo - Na atividade agrícola, a obtenção de maiores produtividades pode contribuir na redução dos custos de produção por unidade de produto. Por outro lado, maiores níveis de produtividade exigem, geralmente, investimentos na adoção de tecnologias. Os custos de produção do feijão irrigado são estimados para dois níveis de alta tecnologia. Com isso, destaca-se a importância do planejamento das operações no sistema agrícola empresarial de produção de feijão, dando ênfase à sustentabilidade da lavoura.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Aspecto econômico. Coeficiente técnico. Planejamento sustentável.

INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 90, há uma tendência de redução da área cultivada com feijão no Brasil, que não tem refletido na redução da produção (Gráfico 1). Isso pode ser explicado pela maior produtividade da cultura com os incrementos advindos do feijão irrigado e de sua condução de forma mais empresarial. A produtividade média brasileira de feijão, que, em 1990, era de 510 kg/ha, passou a 753 kg/ha, em 2002, com um aumento de 48% (BRASIL, 2003).

Os preços da saca de feijão recebidos pelos agricultores de Minas Gerais (Gráfico 2) e de todo o Brasil, entre os meses de janeiro de 1995 e março de 2003, denotam dois períodos de valorização do produto nos últimos 10 anos. Por outro lado, constatam-se períodos de desestímulo ao plantio, decorrentes dos baixos preços

do produto, muitas vezes insuficientes para pagar os custos de produção. As oscilações observadas podem ser atribuídas, em parte, à inconsistência das políticas agrícolas governamentais. Entretanto, com a crescente incorporação de áreas não-tradicionais e o cultivo em áreas irrigadas, os preços tendem a flutuar menos acentuadamente.

O aumento de lucros na atividade agrícola, segundo Prochnow (1999), é resultado de produtividade mais elevada, melhoria na qualidade dos produtos, estratégias de *marketing* mais adequadas, diminuição de custos de produção ou uma combinação desses fatores. Esse autor cita que estudos realizados com produtores de soja do estado de Iowa, nos Estados Unidos, comparando as práticas adotadas por 20% dos produtores que obtiveram os maiores lucros, com 20% dos que obtiveram os menores lucros mostraram, que:

- a) mais de 70% do aumento do lucro foram devidos ao aumento da produtividade;
- b) cerca de 20% foram devidos à redução do custo;
- c) aproximadamente 10% foram atribuídos ao melhor *marketing*.

A redução do custo e o melhor *marketing*, embora importantes, não foram os principais fatores relacionados com o aumento da receita líquida, mas sim com o aumento da produtividade. Dessa forma, entende-se que o potencial de lucro do agricultor depende da obtenção de maiores produtividades, o que contribuiria decisivamente para baixar os custos de produção por unidade de produto.

De modo geral, os cultivos com maiores níveis de produtividade são, até certo ponto, os mais rentáveis. Muitas vezes, entretanto, os aumentos de produtividade

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: jmchagas@epamig.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: abarcellos@epamig.br

³Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: trazilbo@epamig.br

⁴Graduando Agronomia UFV, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: romulochagas@hotmail.com

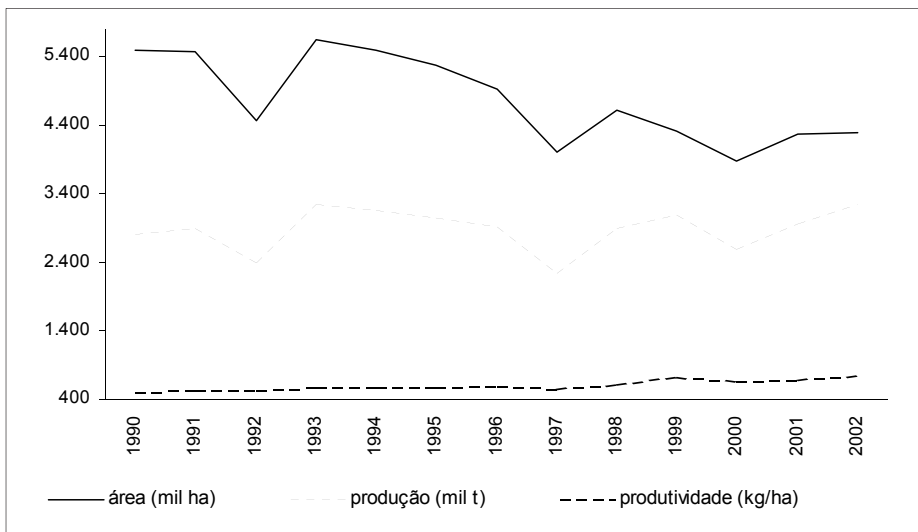


Gráfico 1 - Área plantada, produção e produtividade de feijão no Brasil, no período 1990-2002

FONTE: Brasil (2003).

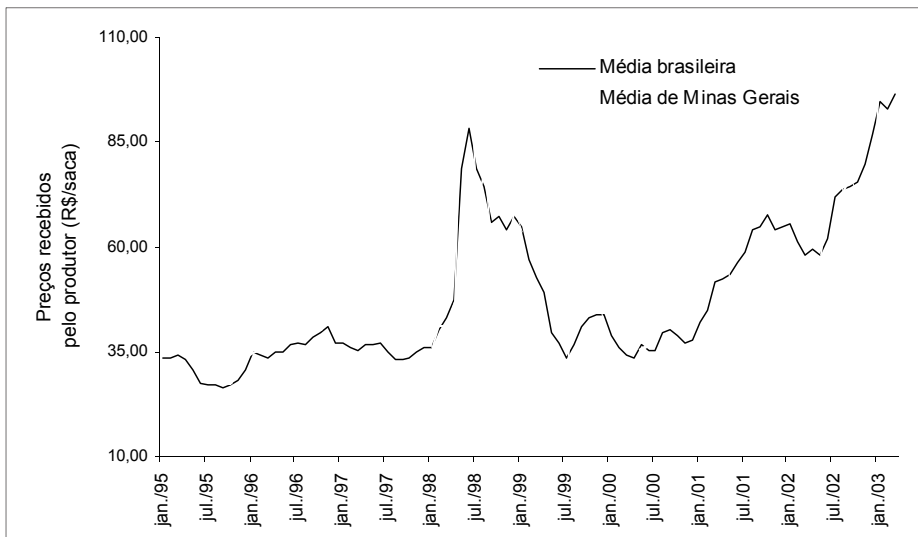


Gráfico 2 - Preços recebidos pelo produtor rural no período de janeiro de 1995 a março de 2003

FONTE: Fundação Getúlio Vargas (2003).

são limitados pela escassez de recursos financeiros dos agricultores, o que dificulta a adoção de tecnologias.

O cultivo de feijão nos períodos de outono-inverno e inverno-primavera, em regiões de inverno ameno, realiza-se, geralmente, sob sistema de irrigação por aspersão. De modo geral, as lavouras são conduzidas em áreas médias e grandes, com emprego de tecnologia sofisticada e obtenção de altos índices de produtividade. Esse cultivo difere da estrutura produtiva tradi-

cional, que é normalmente conduzida com baixo nível tecnológico e em pequenas propriedades. O feijão irrigado tem alcançado excelentes rendimentos de grãos, muitas vezes acima de 3 mil kg/ha, uma vez que são utilizadas, aliadas à irrigação, grandes quantidades de insumos e variedades melhoradas com resistência múltipla às principais doenças do feijoeiro (VIEIRA et al., 1991; RAMALHO; ABREU, 1998; YOKOYAMA, 2002).

O feijão irrigado é produzido, geral-

mente, por grandes produtores, em período de entressafra, com preços mais favoráveis. Por isso, a remuneração alcançada é, muitas vezes, superior à obtida pelo pequeno produtor, pois, além de obter elevada produtividade, os grandes produtores negociam diretamente com os empacotadores ou varejistas, eliminando a figura do intermediário (SANTOS; BRAGA, 1998). Portanto, a alta produtividade associada a melhores preços permitiu a consolidação da posição da cultura irrigada.

CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos de produção do feijão irrigado variam com a região, com o sistema de exploração, com a época de plantio e, principalmente, com o nível tecnológico empregado. De acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999), há quatro níveis tecnológicos básicos para a cultura do feijão no Estado, sendo dois deles considerados níveis de alta tecnologia - NT₃ (1.800 a 2.500 kg/ha) e NT₄ (acima de 2.500 kg/ha). Usando como referência as produtividades preconizadas por essa Comissão, são apresentados, a seguir, os custos de produção estimados para dois níveis de tecnologia de cultivo de feijão irrigado. No Quadro 1, são indicados os coeficientes técnicos levantados junto a técnicos e instituições, bem como os preços coletados no comércio atacadista de produtos agropecuários e, no Quadro 2, os custos de produção variáveis e fixos.

Verifica-se, no Quadro 2, que o gasto com fertilizantes no NT₃ foi de R\$ 432,00, o que correspondeu a 18,96% do custo total, e no NT₄ foi de R\$ 531,00, equivalente a 21,29% do custo total. Por sua vez, o gasto com horas/máquinas variou de R\$ 546,00, no NT₃, a R\$ 568,00, no NT₄, representando 23,96% e 22,78% do custo total, respectivamente, enquanto que o custo da mão-de-obra foi 5,7% do custo total (R\$ 130,00), em NT₃ e 7,82% (R\$ 195,00), em NT₄.

O custo médio por saca de 60 kg de feijão variou de R\$ 56,98, no nível de menor

QUADRO 1 - Coeficientes técnicos estimados para dois níveis tecnológicos de produtividade de feijão irrigado (1 ha)

Componente do custo	Unidade	NT ₃ (2.400 kg/ha)	NT ₄ (3.000 kg/ha)
N	kg	30 + 40 (cobertura)	30 + 60 (cobertura)
P ₂ O ₅ (disponibilidade baixa)	kg	90	110
K (disponibilidade baixa)	kg	40	50
Mo	g	80	80
Calcário + frete	t	1	1
B	kg	1	1
Zn	kg	4	4
Defensivos agrícolas			
Fungicida (tratamento de sementes)	kg	0,05	0,05
Herbicida pré-emergente	L	1,5	1,5
Herbicida pós-emergente	L	2,0	2,0
Inseticida	L	1,0	1,0
Fungicida (pulverização)	kg	0,6	0,6
Óleo adjuvante	L	1,0	1,0
Fosfato de alumínio (pastilhas)	Ud	10,0	12,0
Serviços mecânicos			
Aração + gradação	h/m	3,0	3,0
Nivelamento	h/m	1,5	1,5
Plantio + adubação	h/m	2,0	2,0
Aplicação de herbicida	h/m	1,0	1,0
Aplicação de defensivos	h/m	3,5	3,5
Adubação de cobertura	h/m	2,0	2,0
Trilha	h/m	0,7	1,0
Transporte da produção	h/m	0,5	0,5
Outros insumos			
Sementes	kg	50	50
Irrigação	kW/h	1.000	1.000
Sacaria	Ud	40	50
Óleo diesel para transporte	L	20	20
Serviços manuais			
Colheita + enleiramento	d/H	8,0	12,0
Trilha (ajudante de trator)	d/H	1,0	2,0
Ensacamento e pesagem	d/H	2,0	3,0
Expurgo + armazenamento	d/H	1,0	1,5
Operador de irrigação e manutenção	d/H	1,0	1,0

NOTA: NT₃ e NT₄ – Níveis tecnológicos de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).
h/m – hora/máquina; d/H – dia/homem.

produtividade, a R\$ 49,88, no nível de maior produtividade (Quadro 2), o que evidenciou que o aumento de produtividade é uma das formas mais eficientes para reduzir o custo por unidade de produto. Isso ocorre, uma vez que os agricultores exercem pouca influência no estabelecimento dos preços de mercado de feijão e nos componentes de custo de produção. É interessante salientar que, eventualmente, alta incidência de doenças e pragas pode elevar os custos de produção, em decorrência da necessidade de seu controle.

PLANEJAMENTO

Grande parte do sucesso da implantação de uma lavoura em sistema agrícola empresarial está no planejamento das operações com a devida antecedência. Planejar não aumenta os custos e é uma etapa importante na administração do empreendimento, contribuindo para a redução dos riscos de insucesso.

O planejamento deve começar com a escolha da variedade a ser plantada. O grupo de feijão-vermelho, por exemplo, apresenta melhor cotação de preço no mercado da Zona da Mata de Minas Gerais, em comparação com o valor obtido por feijões de outros tipos, como carioca e preto. Tal resposta de mercado foi comprovada por Soares et al. (2002), que trabalharam com a variedade melhorada ‘Ouro Negro’ (grupo preto) e com uma variedade regional de grãos vermelhos. Com esta variedade, obteve-se retorno financeiro de R\$ 837,00/ha, superior ao conseguido com a variedade ‘Ouro Negro’, que produziu 317 kg/ha a mais. Isso ocorre também em outras regiões com diversos materiais, a exemplo das variedades de feijões especiais de consumo restrito (grupo manteigão, brancos e outros), cuja produtividade, geralmente, é inferior à de materiais tradicionalmente cultivados dos grupos carioca e preto.

Definidas as variedades, seguem-se outras etapas importantes do planejamento. A seguir, é apresentado um exemplo de planejamento de uma lavoura de feijão irrigado, no sistema convencional, segundo

QUADRO 2 - Estimativa dos custos de produção de feijão irrigado (R\$/ha) e sua relação com o custo total (%), em dois níveis de alta tecnologia

Componente do custo	Unidade	NT ₃ (2.400 kg/ha)	%	NT ₄ (3.000 kg/ha)	%
Custos variáveis		1.770,00	77,67	1.960,00	78,60
Calcário	t	40,00	1,76	40,00	1,60
Fertilizantes	kg	432,00	18,96	531,00	21,29
Sementes	kg	125,00	5,48	125,00	5,01
Inseticidas	L	67,00	2,94	67,00	2,69
Fungicidas	kg	104,00	4,56	104,00	4,17
Herbicidas	L	140,00	6,14	140,00	5,61
Hora/máquina	h/m	546,00	23,96	568,00	22,78
Energia elétrica - irrigação	kW/h	170,00	7,46	170,00	6,82
Dia/homem	d/H	130,00	5,70	195,00	7,82
Sacaria	ud	16,00	0,07	20,00	0,08
Custos fixos		509,00	22,33	534,00	21,40
Juros sobre a terra (6% x 5 meses)		45,00	1,97	45,00	1,80
Juros sobre o custeio (9% a.a. x 5 meses)		80,00	3,51	88,00	3,53
Depreciação equipamento de irrigação (4%)		100,00	4,39	100,00	4,00
Manutenção equipamento de irrigação (5%)		125,00	5,49	125,00	5,00
Assistência técnica (2%)		35,00	1,54	39,00	1,56
Impostos (4%)		71,00	3,11	78,00	3,13
Administração (3%)		53,00	2,33	59,00	2,37
Custo total		2.279,00	100,00	2.494,00	100,00
Custo médio (R\$/saca 60 kg)		56,98		49,88	

NOTA: NT₃ e NT₄ - Níveis tecnológicos de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

Câmbio: US\$ 1.00 = R\$ 2,88 em dezembro de 2003.

critérios e procedimentos do Programa de Qualidade Total:

a) escolha da área e características do solo:

- escolher terreno com boa drenagem;
- preferir terrenos com declives suaves ou planos;
- caracterizar química e fisicamente o solo;
- priorizar solos com saturação por bases > 50% e pH em torno de 6;

- escolher terrenos livres de nematóides e outros patógenos do solo;

- evitar áreas infestadas de plantas daninhas de difícil controle;
- preferir áreas em sistemas de rotação de culturas;

b) preparo do solo:

- fazer a aração profunda com aiveca (20-30 cm), em solo com umidade

adequada, para soterrar plantas daninhas iniciais;

- fazer gradagem, se necessário, com grade aradora ou apenas grade niveladora;

- aplicar herbicidas em pré-plantio incorporado ou em pré-emergência;

c) calagem e adubação:

- proceder à análise do solo;
- realizar a calagem até 15-20 cm de profundidade;
- fazer adubação de plantio a 10 cm de profundidade;
- fazer adubação nitrogenada de cobertura aos 20 - 30 dias após a emergência das plantas;

d) semeadura:

- utilizar sementes de boa procedência, livres de patógenos e tratadas com fungicidas, dando preferência a variedades resistentes a doenças;
- cultivar no período de outono-inverno;
- evitar locais cujas médias das temperaturas mínimas sejam menores que 10°C; temperatura ideal: 30°C/21°C (dia/noite); evitar temperatura diurna > 35°C;

- usar espaçamento entre as linhas de 50 cm;

- número de sementes/m: 12-15;

- profundidade de plantio: 2-4 cm;

- umidade do solo: seco ou levemente úmido;

e) controle de plantas daninhas:

- aplicar herbicidas em pós-emergência de acordo com as recomendações técnicas;
- regular previamente a vazão dos bicos do pulverizador em área plana;

f) irrigação:

- irrigar com base nos métodos do tensiômetro ou do tanque classe A;

g) tratos fitossanitários:

- monitorar insetos;
- iniciar pulverização com base no dano foliar crítico;
- fazer controle preventivo e curativo, dependendo das doenças mais frequentes na região;
- promover a rotação de culturas, especialmente com gramíneas, para manejar doenças de solo;

h) colheita, trilha, beneficiamento e armazenamento:

- iniciar a colheita, quando as plantas perderem todas as folhas e as sementes apresentarem teor de água em torno de 20%;
- arrancar as plantas, deixá-las nas leiras ao sol e protegê-las ao entardecer;
- efetivar a trilha mecânica, quando o teor de água for < 20%;

- secar as plantas, após a trilha, ao sol ou em secadores até o teor de água de 11% a 14%;
- ensacar e pesar após o beneficiamento;
- controlar as pragas no armazenamento; realizar o expurgo dos grãos com fosfato de alumínio;
- armazenar o feijão em ambiente seco e bem ventilado.

Planejamento e sustentabilidade

A sustentabilidade da lavoura de feijão depende de procedimentos de conservação do solo e do ambiente a serem implementados pelos produtores. Muitas áreas de exploração intensa da cultura, especialmente sob pivô central, têm apresentado problemas fitossanitários e de compactação e erosão do solo, típicos do manejo inadequado da cultura. Algumas técnicas agrícolas, como a rotação de culturas e o

plântio direto, embora não proporcionem necessariamente retorno financeiro a curto prazo, são fundamentais para a manutenção da sustentabilidade de cultivos futuros.

Chagas et al. (2002) avaliaram agromônica e economicamente cinco sistemas de rotação de culturas (Quadro 3), envolvendo mucuna, milho, feijão e arroz, com alto nível de tecnologia (altas doses de fertilizantes, irrigação do feijão, controle de pragas e doenças e uso de variedades melhoradas), na Zona da Mata de Minas Gerais. A relação benefício/custo variou de 1,47 a 1,89. Houve, portanto, retornos financeiros positivos em todos os sistemas testados. No sistema 5, por exemplo, para cada R\$ 1,00 investido, obteve-se retorno financeiro de R\$ 0,89. O sistema 4 foi o que apresentou maior renda líquida. Entretanto, o sistema 5 apresentou a maior relação benefício/custo. Naturalmente, esse resultado pode ser alterado de acordo com o preço

QUADRO 3 - Avaliação econômica de sistemas de rotação das culturas mucuna, arroz, milho e feijão – Leopoldina (MG)

Sistemas de rotação	Épocas de plantio								⁽¹⁾ Valor da produção (VP) (R\$/ha)	Custo total (CT) (R\$/ha)	Receita líquida (VP - CT) (R\$/ha)	Benefício/Custo (VP/CT)
	Produtividade (kg/ha)				Custo de produção (R\$/ha)							
	Nov./98	⁽²⁾ Abr./99	Nov./99	Abr./00	Nov./98	⁽²⁾ Abr./99	Nov./99	Abr./00				
Sistema 1	Mucuna -	Feijão 2.368	Milho 7987	Feijão 2.230	Mucuna 198,00	Feijão 902,00	Milho 825,00	Feijão 1.009,00	4.678,00	2.934,00	1.744,00	1,59
Sistema 2	Mucuna -	Feijão 2.304	Arroz 4.732	Feijão 2.260	Mucuna 198,00	Feijão 902,00	Arroz 620,00	Feijão 1.009,00	4.004,00	2.729,00	1.275,00	1,47
Sistema 3	Mucuna -	Feijão 2.531	⁽³⁾ M + F 8.223 + 769	-	Mucuna 198,00	Feijão 902,00	⁽³⁾ M + F 825,00 + 440,00	-	3.856,00	2.365,00	1.491,00	1,63
Sistema 4	Milho 8.464	Feijão 2.138	Milho 7.669	Feijão 1.954	Milho 825,00	Feijão 1.009,00	Milho 825,00	Feijão 1.009,00	5.968,00	3.668,00	2.300,00	1,63
Sistema 5	⁽³⁾ M + F ⁽⁴⁾ 7.950 + 0	-	⁽³⁾ M + F 8.143 + 1.076	-	⁽³⁾ M + F ⁽⁴⁾ 825,00 + 0	-	⁽³⁾ M + F 825,00 + 440,00	-	3.940,00	2.090,00	1.850,00	1,89

(1) Preço dos produtos x produtividade. Arroz em casca: R\$ 0,20/kg; feijão: R\$ 0,67/kg; milho: R\$ 0,20/kg; o valor da produção (VP) foi calculado usando as médias das produtividades de grãos obtidas pelas culturas, em cada sistema, multiplicadas pelo seu preço por kg, vigente no mercado na ocasião do estudo. (2) O feijão, após a mucuna, não recebeu adubação nitrogenada. (3) Milho + feijão (feijão da “seca” semeado no final do ciclo do milho, nas entrelinhas). (4) Nesse ano e sistema, não foi plantado o feijão.

do feijão e dos componentes do custo de produção. O fato de a mucuna ocupar a área que seria cultivada pelas outras culturas, não gerando receita, fez com que os sistemas dos quais ela participou apresentassem as menores receitas líquidas. Portanto, a utilização de leguminosas como adubo verde em sistemas de rotação é mais recomendável, quando se observar declínio na produção de grãos das culturas decorrente, por exemplo, da queda da fertilidade do solo, infestação de doenças, plantas daninhas e pragas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Evolução da produção de grãos**. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/spa/pagespa/ch02/2_1.xls>. Acesso em: 21 ago. 2003.
- CHAGAS, J.M.; SOARES, P.C.; SALGADO, L.T.; CHAGAS, R.B. Avaliação agrônômica e econômica de cinco sistemas de rotação com (mucuna, milho, arroz e feijão). In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ - RENAPA, 7., 2002, Florianópolis. [**Resumos expandidos...**] Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v.1, p.319-321. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.fgvdados.fgv.br>>. Acesso em: 19 maio 2003.
- PROCHNOW, L.I. Agricultura: progresso através do conhecimento. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n.87, p.1-3, set. 1999.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.435-449.
- 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.
- SANTOS, M.L. dos; BRAGA, M.J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.19-53.
- SOARES, P.C.; CHAGAS, J.M.; SALGADO, L.T.; CARDOSO, A.A. Efeito de quatro níveis de tecnologia sobre o rendimento e "stand" final em variedades de feijão melhorada (Ouro Negro) e comum (vermelho). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.623-625.
- VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A.; CHAGAS, J.M. Efeitos das datas de plantio sobre o feijão cultivado no outono-inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.6, p.863-873, jun. 1991.
- YOKAYAMA, L.P. O feijão no Brasil no período de 1984/85 a 1999/00: aspectos conjunturais. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.654-657.

INFORME AGROPECUARIO



EPAMIG

A Tecnologia da Epamig ao seu alcance!

Cada edição trata, de forma sistemática, um tema de interesse do complexo agrícola, trazendo informações que vão desde o preparo do solo, no caso de culturas vegetais, até tecnologia de colheita e armazenagem. Quando o tema é cultura animal, a abordagem tem a mesma extensão.

Faça sua assinatura!

R\$ 60,00 - 6 exemplares

Informações: (31) 3488-6688

sac@epamig.br



Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro

Agostinho D. Didonet¹
Silvando Carlos da Silva²

Resumo - Dentre os vários fatores envolvidos na produção do feijão, o clima é praticamente incontornável e pode influenciar sobremaneira na produtividade. As respostas interativas entre clima e planta necessitam ser adequadamente conhecidas e estudadas, para que se tenha o menor risco possível de insucesso. Radiação solar, temperatura do ar e precipitação pluvial, são os principais elementos climáticos que influenciam diretamente no rendimento de grãos do feijoeiro. Para maximizar o aproveitamento desses elementos na condução do cultivo, são indicadas algumas práticas de manejo.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Rendimento de grãos. Clima. Radiação solar. Temperatura. Precipitação pluvial.

INTRODUÇÃO

O aumento do rendimento de grãos do feijoeiro, ao longo dos últimos anos, foi obtido melhorando o controle de doenças e pragas e reduzindo as restrições nutricionais. A deficiência de nutrientes e de água e a incidência de pragas e doenças podem ser manejadas adequadamente, por meio de adubação, irrigação, cultivares resistentes e/ou defensivos. Porém, alguns fatores determinados pela posição geográfica podem limitar o rendimento. São eles radiação solar, temperatura do ar e, em alguns casos, fotoperíodo. Em situações de cultivo, em que os fatores controláveis são adequadamente supridos, as condições climáticas afetam expressivamente o rendimento de grãos.

Na agricultura moderna, a maximização dos rendimentos e a redução dos custos e dos riscos de insucesso dependem cada vez mais do uso criterioso dos recursos financeiros. Nesse processo, o agricultor deve tomar decisões em função dos fatores

disponíveis de produção e dos níveis de risco que envolvem sua atividade, visando maior rentabilidade. Dentre os fatores envolvidos na produção agrícola, o clima é praticamente incontornável. No Brasil, vários são os exemplos de quebras de safras em razão da ocorrência de adversidades climáticas, as quais causam enormes prejuízos à agricultura e à sociedade. Portanto, para que qualquer empreendimento agrícola tenha sucesso, as respostas interativas entre clima e planta precisam ser adequadamente quantificadas e monitoradas. É de suma importância conhecer as variações dos elementos climáticos como a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluvial, o fotoperíodo, ao longo dos anos.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS E VARIEDADES

Dentre os elementos climáticos que mais influenciam a produção de grãos do feijoeiro salientam-se a temperatura, a radiação solar e a precipitação pluvial. Em rela-

ção ao fotoperíodo, as cultivares brasileiras de feijoeiro geralmente são insensíveis, ou seja, seu desenvolvimento e crescimento são controlados somente pela temperatura.

Em ensaios comparativos de rendimento em diferentes locais e épocas de plantio, cultivares de feijoeiro mais estáveis e que se adaptaram à maioria dos ambientes favoráveis e desfavoráveis foram as mais produtivas (CARBONELL et al., 2001). O que se espera é alto rendimento em determinado ambiente, desde que sejam dadas as condições para a cultura utilizar, da forma mais eficiente possível, os fatores determinantes da produção, quer sejam genéticos, quer sejam bióticos ou abióticos.

Para maximizar o rendimento, é preciso lembrar que o de grãos do feijoeiro é consequência do hábito de crescimento, do ciclo de vida, do ambiente, do sistema de produção, das práticas de manejo, etc. Entre esses determinantes do rendimento, alguns são intrínsecos da cultivar. Por exemplo, nos últimos anos, tem sido dada alguma

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

²Eng^o Agrícola, M.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: silvando@cnpaf.embrapa.br

ênfase a cultivares de feijoeiros de ciclo de vida curto, de hábito determinado, de plantas eretas, com uniformidade de maturação e sementes com tamanho e forma uniformes, além de ampla adaptabilidade (KELLY et al., 1998). Essas características que normalmente estão associadas ao hábito de crescimento determinado são geralmente encontradas em cultivares com baixo potencial e baixa estabilidade de rendimento de grãos, quando comparadas às cultivares de hábito de crescimento indeterminado. O encurtamento do ciclo, importante em condições desfavoráveis de cultivo, está diretamente associado ao menor potencial individual de rendimento de grãos. Em cultivares de hábito indeterminado, cada dia de encurtamento de ciclo resultou em redução de 74 kg/ha no rendimento (WHITE; SINGH, 1991) e, para cada 100 mg de aumento na massa da semente, o rendimento reduziu 280 kg/ha (WHITE; GONZÁLEZ, 1990).

O rendimento, a massa dos grãos secos, o índice de colheita e o acúmulo de biomassa estão mais associados com o número de dias até a maturação das plantas do que com o número de dias até o florescimento, o que indica que variedades com maior potencial de rendimento são as que possuem maior período disponível para o enchimento de grãos. Pelo menos parte dessa resposta deve-se à reação do genótipo a temperaturas e à influência delas no desenvolvimento dos feijoeiros. Na prática, como a precocidade implica em pouco tempo disponível para o crescimento, essas cultivares devem ter alto índice de colheita e elevada taxa fotossintética por unidade de área, para proporcionarem altos rendimentos de grãos (WALLACE et al., 1993). Mesmo tendo menor potencial de rendimento, feijoeiros com ciclo de vida precoce são eficientes em acumular biomassa, porém essa eficiência não chega a compensar a menor capacidade produtiva de grãos. Assim, a taxa de crescimento do grão é inerente à cultivar, com o ambiente interferindo basicamente no tempo de atuação desta taxa (FERRÃO et al., 2001).

Radiação solar

A radiação solar atinge a superfície terrestre de forma direta e difusa. O acúmulo desses dois componentes denomina-se radiação global. A quantidade e a intensidade da radiação difusa dependem, basicamente, da latitude, da altitude, da declinação solar e da quantidade de nuvens.

A utilização da radiação solar pelas plantas depende da capacidade de interceptação e da eficiência de transformação da energia luminosa em biomassa. Estudos agrometeorológicos sobre a radiação solar em plantas devem considerar não apenas o processo fotossintético, mas também a estrutura do dossel e a arquitetura delas.

A radiação solar influencia consideravelmente na taxa de fotossíntese das plantas. A quantidade de radiação solar, necessária para máxima atividade fotossintética, varia com a idade e o tipo da planta. De forma geral, regiões que apresentam radiação solar de 13-22 MJ m⁻² dia⁻¹ são consideradas ideais para o feijoeiro. Acima de 35 MJ m⁻² dia⁻¹, a taxa fotossintética permanece praticamente constante.

A interceptação de radiação solar pelas plantas e a utilização dessa energia para produção de biomassa representam o processo fundamental que governa o crescimento e a produtividade. A quantidade de biomassa produzida por unidade de radiação solar interceptada define a eficiência de uso da radiação (RUE) - (g de biomassa/MJ de radiação interceptada por unidade de área). Em situação de cultivo, o máximo de eficiência na utilização da radiação é atingido, quando toda a radiação disponível para a fotossíntese é interceptada pela cobertura vegetal. Assim, quanto mais rápido houver cobertura total do solo, maior o acúmulo de biomassa. Porém, nem sempre isso acontece. No caso do feijoeiro, grande produção de folhas e ramos pode reduzir o rendimento de grãos, causando o auto-sombreamento, uma vez que somente a parte superior do cultivo recebe radiação solar. O auto-sombreamento ocorre, por exemplo, quando a população de plantas por unidade

de área é superior à considerada ótima, e é crítico, no período de vingamento de vagens e grãos (PORTES; CARVALHO, 1983; DIDONET; MADRIZ, 2002).

A radiação solar também tem efeito na redução do percentual de abortamento de flores e no aumento do percentual de retenção de vagens do feijoeiro. Quanto maior for a radiação solar disponível da emergência ao início do florescimento (estádio R5), maior será o número de vagens por unidade de área (Gráfico 1). Isso indica que se deve manejar a cultura de modo que as plantas consigam interceptar a maior quantidade de radiação solar possível, principalmente na fase vegetativa, para que seja acumulada uma quantidade adequada de biomassa e, definido um número alto de vagens/planta.

Rápido aumento na expansão da área foliar por unidade de área de solo - Índice de Área Foliar (IAF) - está relacionado com maior interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, com maior rendimento. No entanto, alto IAF pode provocar auto-sombreamento e causar acamamento e aumento na severidade de doenças.

Embora o IAF do feijoeiro seja bastante variável, as cultivares disponíveis parecem ter um IAF ótimo de 3 a 3,5 (WHITE; IZQUIERDO, 1989). Esse IAF é semelhante ao da soja, que deve ser capaz de interceptar o máximo de radiação solar, quando as plantas estão iniciando o de crescimento de grãos, para que o rendimento seja alto (SINGER, 2001). A cultivar, o sistema de cultivo, a distribuição de plantas na área e a época de plantio podem aumentar ou diminuir expressivamente o IAF. Época de plantio coincidente com temperaturas elevadas, principalmente até o início da floração, favorece o aumento do IAF e causa, conseqüentemente, auto-sombreamento.

Temperatura

Além de influenciar na duração das fases fenológicas, a temperatura do ar é um dos fatores determinantes do rendimento de grãos por influenciar no abortamento de flores, vagens e grãos.

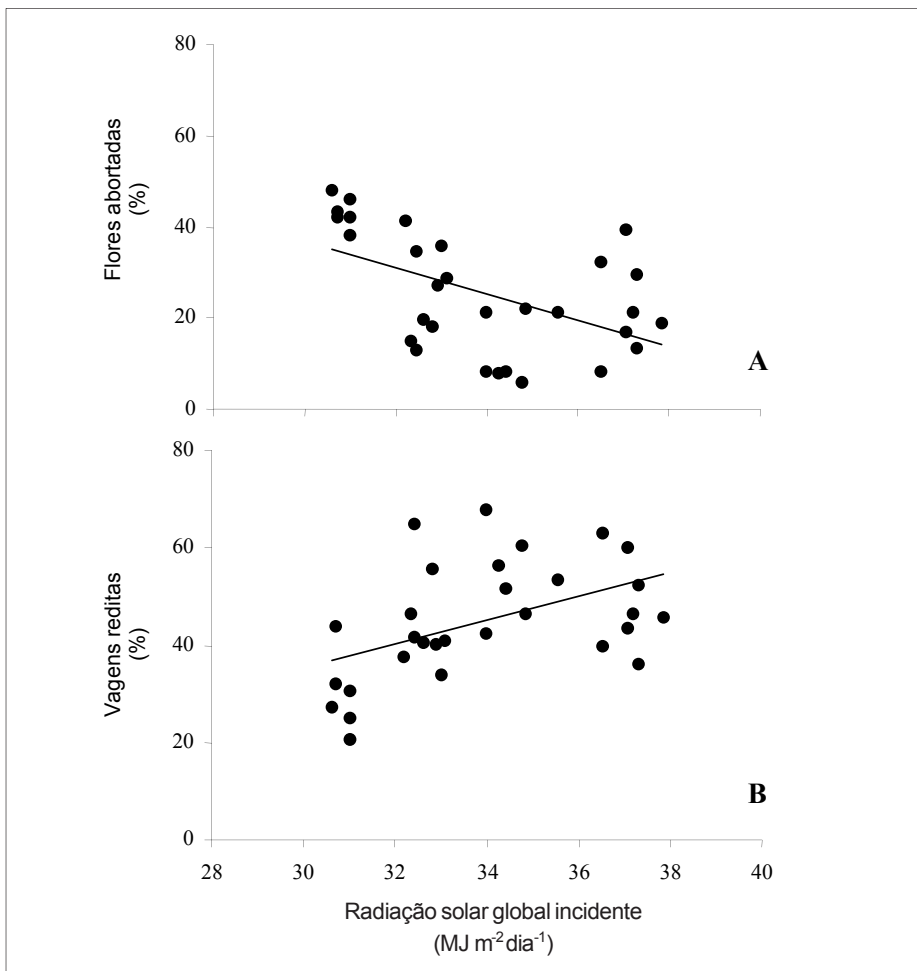


Gráfico 1 - Radição solar global incidente entre a emergência e o estágio R5 ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$)

Nota: Relação entre a radiação solar global incidente no período entre emergência e início de floração (estádio R5) e o percentual de abortamento de flores (A - $r^2=0,26^{**}$) e a retenção de vagens (B - $r^2=0,23^{**}$) das cultivares Pérola, Valente e Jalo Precoce, cultivadas com irrigação, no período de inverno de 2001 e 2002. Resultados médios de quatro repetições em cinco épocas de semeadura.

Em relação à germinação das sementes, temperaturas em torno de 28°C são consideradas ótimas, enquanto as temperaturas ótimas entre a emergência e a maturação fisiológica ficam entre 12°C e 30°C . Temperaturas acima e abaixo dessa faixa provocam decréscimo de rendimento de grãos, por causa do abortamento de flores e vagens, e menor formação de grãos.

Em geral, o florescimento só ocorre após as plantas acumularem determinado número de “unidades térmicas” ($^{\circ}\text{C}/\text{dia}$), acima de uma temperatura base mínima para o crescimento. Portanto, temperaturas altas, que geralmente estão associadas à alta radiação, diminuem o número de dias para o florescimento e reduzem o ciclo de vida do feijoeiro. Esses efeitos devem-se à influência da temperatura no aumento (temperatura elevada) ou na diminuição (temperatura baixa) dos processos metabólicos internos da planta, e podem estar relacionados com mudanças visuais externas que ocorrem durante o ciclo de vida dela (aparecimento de folhas novas, ramos laterais, flores, vagens, grãos, etc.). Essas fases do desenvolvimento das plantas são chamados estádios fenológicos, cada uma com sua importância para a definição do rendimento de grãos (por exemplo: fase vegetativa, floração, enchimento de grãos, etc.).

Em feijoeiro, as estruturas reprodutivas são bastante sensíveis à temperatura, tanto que a ocorrência de altas temperaturas, no período de um a seis dias antes da antese (florescimento), reduz muito a retenção de vagens. Tal efeito é explicado por danos provocados pela temperatura elevada nas estruturas florais, que provocam desde o abortamento de flores e de vagens, até o aparecimento de vagens defeituosas e desuniformes. Em termos gerais, o abortamento de botões florais, flores e vagens é alto, quando temperaturas entre 30°C e 40°C coincidem com o período reprodutivo do feijoeiro, o que causa redução acentuada da produtividade. Evitar que a floração coincida com temperaturas elevadas, através do plantio em épocas mais adequadas, pode representar um passo decisivo para a obtenção de altos rendimentos. Temperaturas inferiores a 10°C também podem provocar efeitos negativos sobre o rendimento.

No feijoeiro, a porcentagem de flores e de vagens menores que 2 cm que abortam é alta e variável entre cultivares, em decorrência de fatores do ambiente. Esse abortamento ocorre para ajustar a capacidade de suprimento de fotoassimilados (fonte), com a demanda dos grãos (dreno), que são retidos, fazendo com que as vagens com reduzida capacidade de demanda sejam abortadas. As primeiras flores e, conseqüentemente, as primeiras vagens têm preferência (dominância) na demanda de fotoassimilados necessária para o enchimento dos grãos, em relação às vagens mais novas. Portanto, o balanço entre o suprimento e a demanda de fotoassimilados determina quantas vagens a planta poderá suportar.

A temperatura, ao afetar a duração das fases fenológicas, altera o tempo de captação de energia luminosa, afetando a produção e a distribuição de fotoassimilados. O aumento da produção de flores no feijoeiro em altas temperaturas está associado à esterilidade reprodutiva. Das várias flores que aparecem, normalmente o primeiro ovário fertilizado exerce dominância sobre

as flores mais tardias, provocando-lhes o abortamento, a fim de ajustar a quantidade de vagens produzidas com a capacidade de a planta sustentá-las. Em altas temperaturas, o pegamento de vagens e/ou grãos é inibido: e as flores continuam a se desenvolver, ou seja, há aumento do número de flores e da duração do florescimento. O resultado desse efeito é o surgimento de mais vagens com poucos e pequenos grãos, além de maturação desuniforme.

O calor excessivo pode causar danos ao feijoeiro em qualquer fase do desenvolvimento fenológico, porém o período mais crítico é entre alguns dias antes do aparecimento dos botões florais até o início da formação das vagens. O número de sementes por vagem varia com o genótipo, com as condições de ambiente e com o manejo. No feijoeiro, há, geralmente, excesso de flores em relação ao número potencial de vagens que pode ser produzido pela planta. A abscisão de órgãos reprodutivos chega a atingir mais de 50%, quando as temperaturas diurnas estão acima de 30°C e noturnas, acima de 20°C (SILVEIRA et al., 1980; MARIOT, 1989). Porém, o número de grãos que efetivamente cada vagem terá, irá depender das condições do cultivo (sanidade,

nutrição, atividade fotossintética, disponibilidade de água, etc.), no período crítico, que se estende da floração ao início da fase intermediária de enchimento de grãos. Esse período foi comprovado por estudos efetuados com a cultivar Pérola em altas temperaturas: houve aumento na massa das folhas e de ramos secos (Gráfico 2), redução expressiva na massa de grãos secos (Gráfico 3) e menor número de grãos por vagem (Gráfico 4). Assim, a exposição a altas temperaturas, mesmo que por curtos períodos, promove crescimento vegetativo exuberante, porém rende poucos grãos, que apresentam baixo valor comercial. Isso ocorre, basicamente, por causa do abortamento de muitas flores e vagens em floradas sucessivas.

Precipitação pluvial

Normalmente, não é possível saber que evolução os valores de precipitação pluvial terão ao longo do tempo e do espaço. Isto, conseqüentemente, gera dificuldades no planejamento das atividades agrícolas. Portanto, a utilização de longas séries de dados e de maior número de estações meteorológicas possibilitarão melhor entendimento sobre a distribuição espacial da precipitação de uma região.

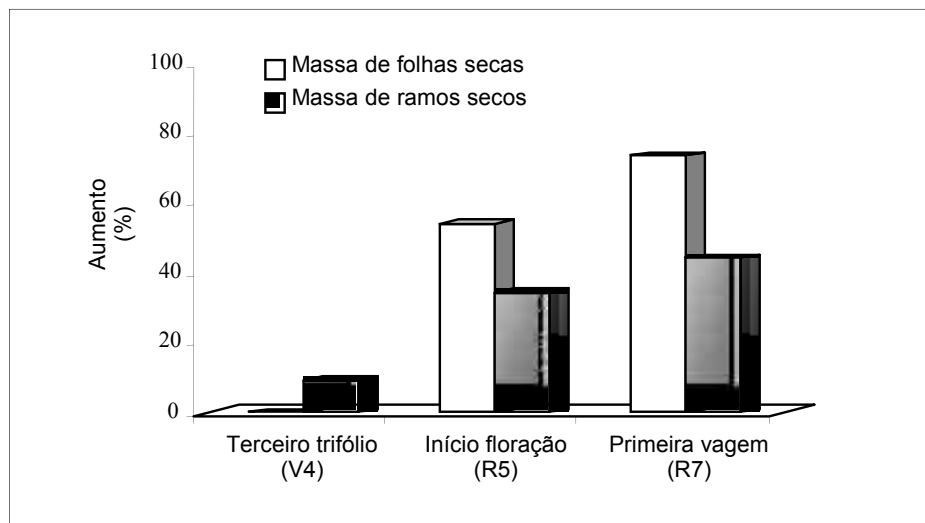


Gráfico 2 - Massa de folhas e ramos secos da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas
 NOTA: Aumento na massa de folhas e ramos secos da cultivar Pérola submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliado na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

A cultura do feijoeiro, quando submetida a estresse hídrico, apresenta redução na área foliar e aumento da resistência estomática. Quando a diminuição de água ocorre no período de floração, pode haver redução tanto na estatura da planta, quanto no tamanho e no número de vagens e de

sementes por vagem, o que afeta o rendimento da cultura.

Por outro lado, o excesso de água também pode trazer prejuízos à cultura, principalmente se ocorrerem chuvas na época da colheita. Torna-se, então, necessário definir áreas, regiões e períodos de semeadura

mais apropriados ao cultivo do feijoeiro em função da quantidade e, principalmente, da distribuição de chuvas, o que é possível com o zoneamento agroclimático.

A Figura 1 mostra o risco climático que a cultura do feijoeiro está exposta, considerando-se o ciclo da cultivar, a capacidade de armazenamento de água no solo e o período de semeadura, em Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Esse estudo baseou-se no balanço hídrico, considerando-se a precipitação, a evapotranspiração potencial e real, a capacidade de armazenamento de água no solo, o coeficiente de cultura e as fases fenológicas da planta. No cálculo do balanço hídrico, é quantificada a relação ET_r/ET_m (evapotranspiração real/evapotranspiração máxima), que expressa a quantidade de água que a planta irá consumir e o total necessário para garantir alta produtividade. Com essa relação é possível definir, em termos de estresse hídrico, se uma localidade, em um dado período, apresenta condições favoráveis ao cultivo do feijoeiro.

Ainda, em relação à Figura 1, observa-se que, com o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, ocorre acréscimo de áreas com baixo risco climático. No entanto, para aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo é essencial que ele seja preparado adequadamente, para que haja suprimento das necessidades hídricas da cultura por um período de seca mais longo.

De forma geral, os dados mostram que em semeaduras realizadas após 20 de fevereiro, nos Estados mencionados, a cultura do feijão é de alto risco, exceto em algumas localidades de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul. Nesse estudo, considerou-se apenas a precipitação pluvial como elemento climático limitante à cultura. Obviamente, com a utilização de irrigação, os períodos de semeaduras poderão ser ampliados, mas em algumas áreas pode ocorrer restrição, devido a outros elementos climáticos.

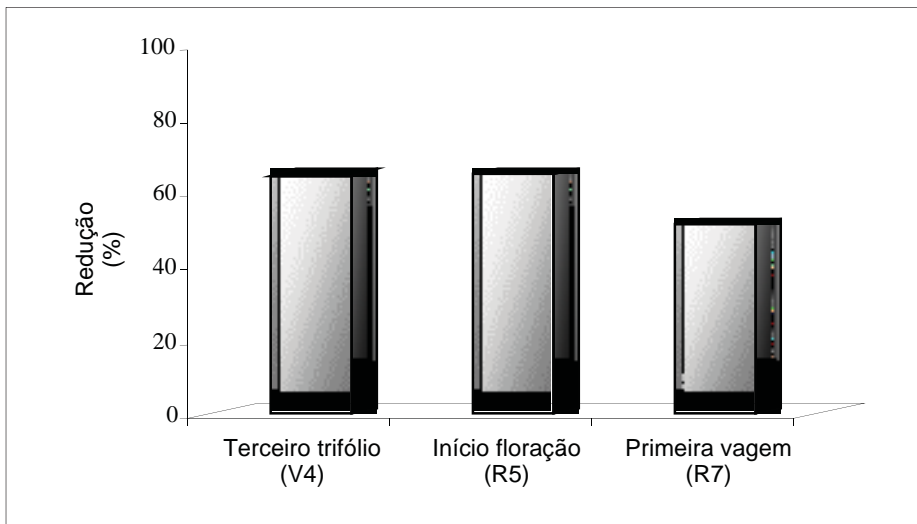


Gráfico 3 - Massa de grãos secos da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas

NOTA: Redução na massa de grãos secos na cultivar Pérola, submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliada na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

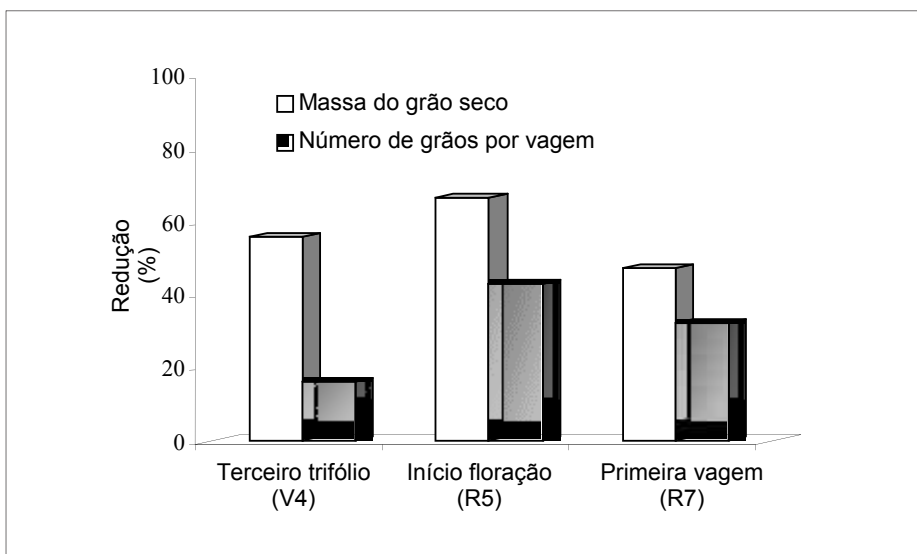


Gráfico 4 - Massa de grãos secos e número de grãos/vagem da cultivar Pérola submetida a altas temperaturas

NOTA: Redução na massa de grãos secos e no número de grãos/vagem na cultivar Pérola, submetida por 72 h a 37°C/25°C, dia/noite, 12/12 h, nos estádios V4 (terceiro trifólio), R5 (início da floração) e R7 (início da formação de vagens), avaliada na maturação fisiológica, em comparação com plantas crescidas permanentemente a 22°C/18°C, dia/noite, 12/12 h.

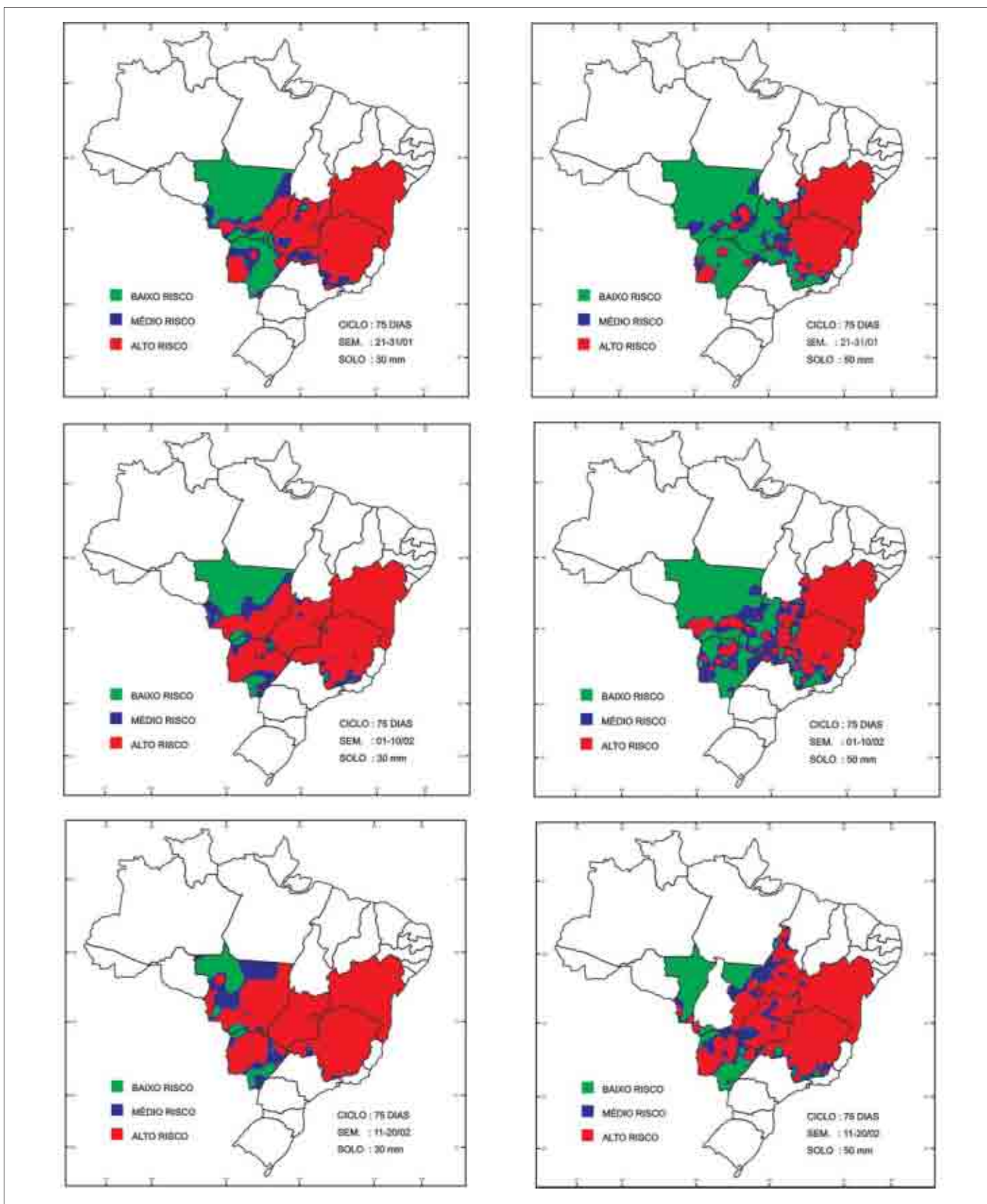


Figura 1 - Espacialização de riscos climáticos para a semeadura de feijoeiro com 75 dias de ciclo

NOTA: Nos períodos de 21 a 31/1; 1 a 10/2 e 11 a 20/2, considerando-se solos com capacidade de armazenamento de água de 30 mm (arenosos) e 50 mm (argilosos).

REFERÊNCIAS

- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; DIAS, L.A. dos S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.69-77, 2001.
- DIDONET, A.D.; MADRIZ, P.M. Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.55-58.
- FERRÃO, M.A.G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Causas genéticas das correlações entre caracteres do feijoeiro avaliados no inverno. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.279, p.573-582, set./out. 2001.
- KELLY, J.D.; KOLKMAN, J.M.; SCHNEIDER, K. Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.102, p.345-356, 1998.
- MARIOT, E.J. Ecofisiologia do feijoeiro. In: IAPAR. **O feijão no Paraná**. IAPAR: Londrina, 1989. cap. 2, p.25-41. (IAPAR. Circular, 63)
- PORTES, T. de A.; CARVALHO, J.R.P. de. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.7, p.755-762, jul. 1983.
- SILVEIRA, P.M. da; PORTES, T. de A.; STONE, L.F. Idade de floração e vingamento de flores em duas cultivares de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.229-232, abr. 1980.
- SINGER, J.W. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. **Crop Science**, Madison, v.41, p.424-429, 2001.
- WALLACE, D.H.; BAUDOIN, J.P.; BEAVER, J.S.; COYNE, D.P.; HALSETH, D.E.; MASAYA, P.N.; MUNGER, H.M.; MYERS, J.R.; SILBERNAGEL, M.; YOURSTONE, K.S.; ZOBEL, R.W. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.86, p.27-40, 1993.
- WHITE, J.W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.23, p.159-175, 1990.
- _____; IZQUIERDO, J. Dry bean: physiology of yield potential and stress tolerance. In: INTERNATIONAL CENTER FOR TROPICAL AGRICULTURE. **Technical cooperation network of food crops production**. Cali, Colômbia, 1989. 81p.
- _____; SINGH, S.P. Source and inheritance of earliness in tropically adapted indeterminate common bean. **Euphytica**, Wageningen, v.55, p.15-19, 1991.



Amistar

A evolução natural dos fungicidas

Para quem sabe
que área
verde é área útil

- Proteção total da área foliar contra ataque de mancha angular, alternaria e ferrugem
- Proteção contra antracnose
- Plantas com maior vigor e folhas mais saudáveis
- Maior produção e qualidade
- Aumento no retorno do investimento
- Seguro para o homem e o meio ambiente

* Seguindo as recomendações do rótulo/etiqueta

ATENÇÃO

Este produto é registrado e vendido sob o nome comercial e sob o nome comercial. Leia atentamente a etiqueta e siga as instruções de uso. Evite o contato com a pele e os olhos. Evite o contato com a água. Evite o contato com alimentos e bebidas. Evite o contato com animais domésticos. Evite o contato com crianças e animais de rua. Evite o contato com plantas ornamentais.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo



Você só obtém resultados agrônomicos

syngenta

www.syngenta.com.br

Cultivares

Magno Antonio Patto Ramalho¹
 Ângela de Fátima Barbosa Abreu²
 José Eustáquio S. Carneiro³

Resumo - É inquestionável a contribuição do melhoramento de plantas para o incremento em produtividade das espécies cultivadas. No caso do feijoeiro, embora o esforço dedicado à pesquisa não seja comparável ao de outras espécies, esse fato também é uma realidade. A contribuição tem sido enorme, sobretudo na resistência a alguns patógenos, qualidade de grãos e maior adaptação aos diferentes sistemas de cultivo. O estado de Minas Gerais foi um dos pioneiros no Brasil no melhoramento dessa leguminosa e, atualmente, é o Estado que possui um dos maiores grupos de melhoristas com dedicação à obtenção de novas cultivares. Muito embora o sucesso obtido tenha sido grande, ainda é restrita a proporção de agricultores que utilizam sementes das melhores cultivares disponíveis. É de suma importância conhecer a evolução do melhoramento genético dessa espécie, desde os principais objetivos dos programas de melhoramento, até os problemas para se atingir esses objetivos, assim como as estratégias que têm sido empregadas na obtenção de novas cultivares e na melhoria da eficiência do processo de registro, produção e comercialização de sementes.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Melhoramento genético. Doença.

INTRODUÇÃO

Os primeiros trabalhos de pesquisa com feijão no Brasil iniciaram-se na década de 30, na Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Viçosa (Esav), Viçosa (MG), e no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas (SP) (VIEIRA, 1996; VOYSEST, 2000). Nessa época, os trabalhos com feijão eram incipientes, principalmente no caso do melhoramento genético.

Na década de 50, foram realizados os primeiros testes de cultivares de feijão em Minas Gerais, em São Paulo e no Rio Grande do Sul, incluindo não só o material local e regional, mas também o oriundo de introduções de outros países. Nessa ocasião,

a Esav, na pessoa do Prof. Clibas Vieira, e a Estação Experimental de Patos, representada pelo Dr. Ricardo José Guazzelli, realizaram importantes trabalhos de coleta e de introdução de cultivares dos Estados Unidos, Costa Rica, México, Venezuela, Guatemala e outros países. Como exemplo, pode-se citar a cultivar Rico 23, introduzida da Costa Rica em 1954, recomendada inicialmente para Minas Gerais (VIEIRA, 1959) e, depois, para mais seis Estados.

O Ministério da Agricultura, em 1963, criou a Comissão Brasileira de Feijão (CBF), com o objetivo de estabelecer metodologias e normas para experimentação em feijão. Feitos importantes da CBF foram o estabelecimento do Ensaio Nacional de

Feijão e a realização do I Simpósio Brasileiro de Feijão, em 1971, em Campinas (SP). Essa comissão teve uma atuação marcante no período de 1964 a 1973, com a realização de 11 reuniões frequentadas por representantes dos diversos órgãos de pesquisa daquela época. Importantes instituições, como o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e o Instituto Pernambucano de Pesquisa Agropecuária (IPA), iniciaram seus trabalhos de melhoramento nessa época.

A década de 70 foi marcada por eventos importantes no melhoramento genético do feijoeiro:

- a) criação da Embrapa Arroz e Feijão e das Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária;

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Tit. UFLA - Dep^o Biologia, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: magnoapr@ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: afbabreu@ufla.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Adj. UFV - Dep^o Fitotecnia, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: jesc@ufv.br

- b) estabelecimento do Programa Feijão do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), Colômbia;
- c) início dos trabalhos de melhoramento do feijoeiro em outras universidades, além da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e da Universidade Federal de Lavras (Ufla);
- d) lançamento da cultivar de feijão Carioca, com profundas alterações nos padrões de grãos produzidos e consumidos no Brasil (ALMEIDA, 2000).

O período de 1976 a 1982 foi marcado pela entrada, no Brasil, dos Viveiros Internacionais (Ibyan), organizados pelo Ciat. Foram introduzidas nesse período 198 linhagens, das quais 12 foram recomendadas como novas cultivares.

A Comissão Regional de Avaliação e Recomendação de Cultivares de Feijão (CRC-Feijão) foi criada em 1981, pela Portaria MA 178 (ZIMMERMANN et al., 1996), com a finalidade de coordenar e promover a avaliação e a recomendação de cultivares no País e com o objetivo de fornecer ao Ministério da Agricultura, anualmente, uma relação das cultivares recomendadas e suas áreas de atuação. Dessa forma, passou a haver uma recomendação oficial de cultivares no País.

Em 1982, foram criadas, pela Embrapa, as Comissões Técnicas Regionais com o objetivo de subsidiar a CRC na sua função. Seguindo o mesmo critério da CRC, o Brasil foi dividido em três regiões, sendo a Região I composta pelos Estados do Sul (RS, SC e PR); a Região II, pelos Estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste (MT, MS, GO/DF, MG, SP, RJ e ES); a Região III pelos Estados do Nordeste e Norte (BA, SE, PE, AL, PB, RN, PI, CE, MA, PA, AM, AC, RO, TO, RR e AP). Assim, foi instituída uma estratégia de avaliação de linhagens de forma integrada e participativa, envolvendo todas as instituições de pesquisa do País. Tal estratégia foi viabilizada por meio dos ensaios

nacionais, em que cada instituição tinha a oportunidade de avaliar o comportamento de suas linhagens em outras regiões, assim como introduzir linhagens de outros programas de melhoramento. No período de 1982 a 1995, foram testadas no Brasil 1.122 linhagens oriundas de diversas instituições. Dessas, 68 foram recomendadas e 35 introduzidas via ensaio nacional.

Até 1992, as instituições de pesquisa recebiam os Ensaios Nacionais e, com base em seus resultados, selecionavam as melhores linhagens para os ensaios estaduais. Em 1993, foi criado o Ensaio Regional, composto pelas melhores linhagens do Ensaio Nacional numa dada região (I, II ou III, conforme apresentadas anteriormente). Assim, a Embrapa passou a ter a responsabilidade de enviar os Ensaios Nacionais e Regionais a todas as instituições de pesquisa que os solicitassem. Com isso, o Ensaio Regional passou a ser o Ensaio Final ou Estadual, do qual se obtinham informações que subsidiavam a recomendação de novas cultivares.

Com a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares no Brasil (BRASIL, 1997) e as conseqüentes portarias e regulamentações, foi abolido o conceito de “recomendação oficial de cultivares”, passando toda a responsabilidade da recomendação ao obtentor da cultivar, que também passou a assumir toda a responsabilidade perante o Código de Direito do Consumidor. Através da Lei de Proteção de Cultivares foi introduzido o direito de proteção.

Atualmente, o Melhoramento Genético do Feijoeiro no Brasil é realizado principalmente por empresas públicas, atividade concentrada no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com um número pouco expressivo de melhoristas com atuação exclusiva na cultura (VIEIRA et al., 1999). Contudo, o estado de Minas Gerais conta ainda com um dos maiores contingentes em instituições e especialistas atuando nessa área. Isso é fruto de uma parceria efetiva entre as instituições de pesquisa atuantes no Estado.

OBJETIVOS DOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO EM MINAS GERAIS

Para ser bem-aceita, uma nova cultivar de feijão deve atender, inicialmente, aos anseios dos consumidores. Caso contrário, ela não terá condições de ser comercializada. É evidente que para os consumidores interessam apenas aspectos relacionados com os grãos, como cor, tamanho, forma e qualidade culinária.

Na maioria das regiões do estado de Minas Gerais, a preferência recai nos grãos do tipo carioca, com exceção da Zona da Mata, cuja preferência abrange os grãos de cores preta e vermelha. Assim, os maiores esforços dos programas de melhoramento têm sido direcionados à obtenção de novas cultivares com tipo de grão carioca, ou seja, de cor creme com rajas marrons.

O maior problema para obter grãos dentro do padrão comercial carioca é o grande número de genes envolvidos (LEAKEY, 1988; BASSET, 1996). Há genes responsáveis pela tonalidade da cor creme, da presença das rajas e sua tonalidade, cor do halo e presença ou não de brilho. Só em relação à cor já foram identificados 18 genes. Esse fato já evidencia a dificuldade de obter linhagens com grãos, cuja cor atenda aos anseios dos consumidores.

Além do mais, a cor creme escurece após algum tempo de armazenamento. Assim, se as novas cultivares apresentarem essa cor mais escura, dificilmente serão aceitas, pois mesmo recém-colhidas poderão ser confundidas com grãos velhos. Portanto, a cor creme deve ser clara, bem como a tonalidade das rajas marrons. Além do mais, esse caráter é muito influenciado pelas condições ambientais. Nesse aspecto, é preciso salientar que a tonalidade da cor do grão é dependente, também, em grande parte, do manejo durante a colheita. Assim, mesmo grãos claros, se forem submetidos a uma seca excessiva na planta ou após colhidos, ou se ficarem expostos a chuvas por ocasião da maturação, terão o processo de

escurecimento acelerado e a conseqüente redução da qualidade.

Em relação à cor do halo em torno do hilo, ela deve ser da mesma tonalidade da cor creme, ou seja, deve passar despercebida. Isto porque linhagens que possuem halo amarelo não são comercialmente aceitas. A cor amarela do halo está associada à demora no cozimento. Esta característica foi observada na cultivar Carioca 80, que possuía halo amarelo e apresentava problemas de cozimento. Na realidade, a cor amarela do halo depende de alguns genes. Um deles é o J (LEAKEY, 1988). Quando presente o alelo dominante desse gene, o cozimento é prejudicado, pois ele tem efeito pleiotrópico na cor e na absorção de água. Há, contudo, outros genes envolvidos na cor amarela do halo que não afetam a qualidade dos grãos. Portanto, nem sempre a presença do halo amarelo é indicativo de problemas no cozimento. Mesmo assim, para evitar rejeição dos consumidores, em todos os programas de melhoramento que visam à obtenção de grãos do tipo carioca, linhagens com halo amarelo são descartadas.

O brilho da semente também é um importante atributo que determina a aceitação ou não de uma nova cultivar. À exceção do feijão vermelho consumido na Zona da Mata, a preferência é por feijões de tegumento opaco. Principalmente no feijão do tipo carioca, o brilho da semente também é associado à má qualidade, especialmente demora no cozimento. O alelo dominante do gene Asp é responsável pela presença do brilho, altera a estrutura da superfície do tegumento e dificulta a embebição da água. Bushey et al. (2002) submeteram três cultivares, diferindo na presença do brilho, ao tratamento com substâncias químicas e verificaram que a absorção de água aumentou, especialmente na cultivar com sementes mais brilhantes. Estes autores concluíram que a espessura e a uniformidade de deposição de cera na superfície do tegumento são fatores que afetam a absorção de água pelas cultivares.

Outro caráter associado à aceitação de uma nova cultivar é o tamanho dos grãos. A preferência é pelos grãos de tamanho médio, isto é, 100 grãos pesando de 23 a 25 gramas. Se o tamanho estiver fora desses limites, principalmente abaixo de 23 gramas, certamente haverá restrições na sua adoção. Esse é um caráter influenciado por maior número de genes e também pelas condições ambientais. Em relação ao formato, grãos que sejam achatados ou que apresentem a forma de rim normalmente são rejeitados. A preferência é pelo grão oblongo.

Finalmente, em relação à qualidade dos grãos, toda nova cultivar, antes de ser recomendada, deve ser submetida a testes de cozimento. Para ser considerada boa, o ideal é que apresente tempo médio de cozimento inferior a 30 minutos. Para realizar esse teste, utiliza-se o cozedor experimental JAB-77 tipo menor (Fig. 1). Esse aparelho é constituído de alguns pinos, cujo peso corresponde à força realizada pelas donas de casa com os dedos indicador e polegar, para verificar se os grãos já estão cozidos.

A cultivar Carioca, obtida em 1970, reúne todas as qualidades de grãos já



Figura 1 - Cozedor experimental JAB-77 tipo menor

mencionadas. Contudo, ela apresenta sérios problemas de suscetibilidade a doenças e porte da planta prostrado. Desse modo, os programas de melhoramento de feijão, conduzidos no Estado, buscam associar ao grão tipo carioca resistência a patógenos, planta mais ereta e elevada produtividade de grãos.

O feijoeiro é uma cultura que está sujeita ao ataque de inúmeros patógenos, que podem causar danos econômicos expressivos, dependendo das condições do ambiente. Há inúmeras alternativas de controle, mas, praticamente em todos os casos, a principal medida é o uso de cultivares resistentes, sobretudo pela economicidade, maior eficiência e menor prejuízo ao meio ambiente.

Entre os patógenos, o que tem merecido maior atenção dos melhoristas, devido à sua ampla distribuição no Estado, é o *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causador da antracnose. O esforço da pesquisa dedicado à resistência à antracnose tem sido enorme no Brasil e no mundo. Já foram identificadas várias fontes de resistência, entre elas 'Cornell 49-242', 'México 222', 'To', 'Tu', 'AB 136' e 'G 2333' (PASTOR-CORRALES et al., 1994; ALZATE-MARIN, 1996; ARRUDA, 1998; YOUNG et al., 1998). Também foram obtidas muitas linhagens resistentes, algumas das quais recomendadas para o cultivo. Contudo, a vida útil dessas cultivares tem sido pequena, isto porque o fungo apresenta grande variabilidade, refletida em um grande número de raças. Em Minas Gerais, as raças 73, 81 e 89 são as observadas com maior frequência em condições de campo (RAVA et al., 1994; SARTORATO, 2002). Cultivares muito plantadas no Estado, como 'Carioca', 'Pérola' e 'Rudá', são suscetíveis a essas raças (LANZA et al., 1996). Já a cultivar BRSMG Talismã, recentemente recomendada para o plantio em Minas Gerais, pela UFLA/Embrapa/UFV/EPAMIG, é resistente.

As linhagens 'AB 136' e 'G 2333' apresentaram resistência a todos os isolados

de *C. lindemuthianum* coletados em várias regiões produtoras de feijão (RAVA et al., 1994). Por isso, elas têm sido intensivamente utilizadas nos programas de hibridação que visam à obtenção de cultivares que associem, principalmente, tipo de grão carioca e resistência ao patógeno. Um complicador na utilização dessas linhagens é que elas apresentam grãos de outras cores e fora do padrão comercial. Por isso, os melhoristas estão tendo dificuldades em associar todos os genes de resistência dessas linhagens e os grãos do tipo carioca.

Outra doença de grande importância é a mancha-angular, causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola*, de ocorrência generalizada, não só em Minas Gerais, como em praticamente todas as regiões produtoras de feijão no Brasil. Ela pode ocasionar perdas na produtividade de grãos que variam de 7% a 70%, dependendo da cultivar, da época de cultivo e do momento em que ocorre a infecção pelo patógeno (SARTORATO; RAVA, 1992). Nos últimos anos, essa doença tem merecido grande atenção da pesquisa. Nesses estudos, as linhagens 'México 54', 'AND 277', 'Cornell 49-242', 'MAR-2', 'G 5686' e 'BAT 332' têm sobressaído como importantes fontes de resistência para uso em programas de melhoramento (NIETSHE et al., 2000; SARTORATO, 2001; ABREU et al., 2002).

Os melhoristas estão tendo dificuldades em obter cultivares com resistência completa, devido à grande variabilidade do patógeno. Mais de 50 raças já foram identificadas na América Latina (PASTOR-CORRALES; JARA, 1995; PASTOR-CORRALES; PAULA JÚNIOR, 1996; NIETSHE et al., 1997, 1999; APARÍCIO, 1998; SARTORATO, 2001). Em Minas Gerais, Nietshe et al. (1997) identificaram 13 raças, o que demonstra a expressiva variabilidade do fungo no Estado. As principais raças encontradas foram 31.21, 31.23, 63.23, 63.39 e 63.55. A 63.23 foi a mais frequente, estando amplamente distribuída nas regiões estudadas. Por isso, a maioria das cultivares utilizadas em Minas Gerais com

grãos do tipo carioca é, em menor ou maior grau, suscetível à mancha-angular. A cultivar que tem apresentado maior tolerância é a 'Pérola'.

O mofo-branco, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, é uma doença de importância crescente, especialmente em áreas irrigadas. Este patógeno é de difícil controle, pois tem vários hospedeiros e pode permanecer no solo por vários anos. Poucas pesquisas foram realizadas no Brasil, visando à obtenção de cultivares resistentes. A principal dificuldade é a ausência de boas fontes de resistência. O que tem sido relatado é que plantas com arquitetura mais ereta são mais tolerantes, porque o maior arejamento entre as plantas é menos propício ao desenvolvimento do patógeno.

A murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum*) é outra doença de grande importância, e que tem atraído pequeno esforço da pesquisa. Mesmo assim, provavelmente por ação da seleção natural, eliminando as plantas mais suscetíveis, têm sido identificadas linhagens com bom nível de resistência, como 'Carioca MG' e 'BRSMG Talismã'.

A arquitetura da planta é outro caráter que também tem merecido grande atenção dos melhoristas. O objetivo é obter plantas eretas, por apresentarem inúmeras vantagens, como: maior facilidade para realização dos tratos culturais e da colheita mecânica; redução de perdas na colheita se esta coincidir com período prolongado de chuvas, uma vez que as vagens não ficam em contato com o solo; redução da severidade de algumas doenças, principalmente do mofo-branco, em razão do maior arejamento entre as plantas.

O melhoramento que visa à obtenção de plantas eretas iniciou-se no Estado em 1974 e, posteriormente, em outras regiões do País. A seleção desse caráter não tem sido fácil, devido ao número de genes envolvidos e, sobretudo, ao efeito do ambiente. Com umidade e temperatura altas, há tendência de as plantas tornarem-se decumbentes. Por essa razão, algumas cultiva-

res consideradas eretas, dependendo da condição de cultivo, podem-se apresentar prostradas. Mesmo assim, houve grandes avanços nesse período. Linhagens com porte bem ereto foram obtidas. Entretanto, essas linhagens não apresentam grãos do padrão comercial desejado, especialmente do tipo carioca. Praticamente todas as linhagens com plantas eretas e tipo carioca possuem grãos pequenos. Estudos mais recentes, contudo, evidenciam ser possível obter linhagens com boa arquitetura e grãos de tamanho médio (KORNEGAY et al., 1992; BROTHERS; KELLY, 1993; COLLICCHIO et al., 1997).

Em áreas irrigadas, o feijoeiro pode ser cultivado até três vezes por ano, desde que seja elaborado um programa de rotação de culturas, que possibilite não só a redução de ocorrência de patógenos, mas, principalmente, oportunidades de comercialização em épocas de escassez de oferta do produto no mercado. Nesse contexto, a utilização de cultivares precoces pode tornar o sistema de rotação de culturas mais eficiente. No caso da cultura do feijoeiro, a maioria das cultivares disponíveis apresenta ciclo de 90 dias da sementeira à colheita. Contudo, há linhagens também disponíveis com ciclo de até 70 dias. O problema é que elas, além de não apresentarem tipo de grãos de boa aceitação no mercado, normalmente são muito suscetíveis aos patógenos e a outras condições ambientais adversas, que limitam o seu potencial produtivo e restringem sua recomendação como cultivares.

Além de todas as características mencionadas, para que uma cultivar seja adotada é fundamental que ela apresente alta produtividade de grãos, nas diferentes regiões de cultivo. Isso exige que, antes da recomendação, ela seja extensivamente avaliada em todo o Estado.

ESTRATÉGIAS PARA OBTENÇÃO DE UMA NOVA CULTIVAR

O feijoeiro é planta tipicamente autógama, freqüentemente com menos de 5% de fecundação cruzada (MARQUES JÚNIOR;

RAMALHO, 1995; PETERNELLI; BORÉM, 1999). Existem vários métodos de melhoramento comuns às plantas autógamas que são aplicáveis à cultura do feijoeiro no Brasil. Detalhes sobre esses métodos são apresentados em vários livros-textos (ALLARD, 1999; RAMALHO et al., 2001). Desses métodos, um dos mais empregados em Minas Gerais tem sido a introdução de linhagens, que, após estudos de adaptação em experimentos conduzidos no Estado, podem ser recomendadas como cultivares. Entre as cultivares obtidas por esse método estão 'Rico 23', 'Milionário 1732', 'Emgopa 201-Ouro', 'Aporé' e 'Rudá'.

No futuro, a importância desse processo deve ser reduzida. A Lei de Proteção de Cultivares existente no Brasil deverá limitar a introdução de linhagens e seu uso como cultivar. Para que isso possa ser feito, é necessário que ocorra acordo formal prévio entre as instituições envolvidas, para que a linhagem possa ser recomendada e a semente comercializada. Outra opção é o método das linhas puras, já detalhado por Ramalho e Santos (1982) e Ramalho e Abreu (1998).

O método que tem sido mais utilizado é o da hibridação. Tem como objetivo reunir, em um único indivíduo (linhagem), os alelos desejáveis que se encontram em linhagens distintas (FEHR, 1987; ALLARD, 1999; RAMALHO et al., 2001). Quando da utilização desse método, há sempre alguns questionamentos: Que cultivares (genitores) devem ser cruzadas? Como realizar os cruzamentos? Há vantagens em inter-cruzar plantas F_2 ? Qual procedimento utilizar na condução das populações segregantes?

Muitas das respostas a essas questões não estavam disponíveis na literatura, por isso as instituições de pesquisa no Estado, paralelamente ao processo de obtenção de novas linhagens, têm dado ênfase em obter mais informações sobre esses questionamentos, visando melhorar a eficiência do método. Entre as principais conclusões desses trabalhos estão:

- a) sempre que possível, devem-se utilizar pais com o mesmo tipo de grãos, de preferência o mais próximo possível do desejado pelo mercado, isto porque, o número de genes envolvidos no controle desse caráter é grande, e recuperar o fenótipo desejado é muito difícil (ABREU et al., 1999);
- b) os genitores devem ter boa adaptação, isto é, alta produtividade de grãos na região e, de preferência, de origens diferentes (ABREU et al., 1999, 2002);
- c) se os genitores são bem escolhidos é possível ter bons resultados a partir de cruzamentos biparentais, isto é, envolvendo dois pais. Porém, se não for possível utilizar procedimentos eficientes, os cruzamentos múltiplos, envolvendo vários pais, são uma boa alternativa. Desse modo, concentra-se o trabalho em uma população segregante, permitindo maior atenção no processo seletivo (CARNEIRO, 2002);
- d) o intercruzamento de plantas F_2 , sugerido por alguns melhoristas para aumentar a variabilidade, não se mostrou vantajoso. A variabilidade que pode ser liberada não compensa o tempo gasto nessa operação. Será mais vantajoso se esse tempo for destinado a avaliações mais extensivas das famílias (AGUIAR, 2003);
- e) todos os processos de condução das populações segregantes, se bem conduzidos, são eficientes. Contudo, o método de *bulk*, pela sua facilidade e flexibilidade no trabalho dos melhoristas e pela ação da seleção natural, normalmente benéfica, deve ser mais utilizado (RAPOSO et al., 2000; GONÇALVES et al., 2001; CORTE et al., 2002);
- f) o tipo de grão é o principal fator na adoção de uma nova cultivar. Assim,

os esforços devem-se concentrar, o mais cedo possível, nas famílias com o tipo de grãos desejado. Foi constatado que a seleção do tipo de grãos na geração F_2 não altera a variabilidade genética nem o sucesso seletivo da produtividade de grãos em gerações mais avançadas (SANTOS et al., 2001).

Como os caracteres de importância para a cultura do feijoeiro são quantitativos, isto é, controlados por muitos genes e influenciados pelo ambiente, é muito difícil atingir o objetivo de acumular todos os alelos favoráveis em um único indivíduo. A opção que resta é promover a seleção recorrente, ou seja, ciclos sucessivos de seleção precedidos sempre pelo inter cruzamento das melhores famílias.

No estado de Minas Gerais estão sendo conduzidos alguns programas de seleção recorrente. O mais antigo teve início em 1990, visando à obtenção de melhores linhagens com grãos do tipo carioca. O esquema adotado na condução do programa é mostrado na Figura 2. A população-base foi obtida em 1990, como já mencionado, a partir dos seguintes genitores: 'BAT 477', 'IAPAR 14', 'FT 84-29', 'Jalo', 'A 252', 'A 77', 'Ojo de Liebre', 'ESAL 645', 'Pintado' e 'Carioca'. Foi realizado o cruzamento dialélico para obtenção dos híbridos duplos. Cento e cinquenta sementes da geração F_2 de cada híbrido duplo, com melhor aspecto de grãos, foram misturadas para obter a população original do ciclo 0 (C-0), geração S_0 . As famílias são sempre avaliadas nas gerações $S_{0,1}$ e $S_{0,2}$ e identificadas as melhores para serem recombinadas e iniciarem o processo do ciclo seguinte.

Após cada ciclo seletivo, a avaliação das famílias superiores é continuada, como mostra a Figura 2. As melhores linhagens assim obtidas passam então a participar dos experimentos de avaliação de linhagens em todo o Estado. Foi a partir desse procedimento, após o terceiro ciclo seletivo (C-II), que se obteve a linhagem CII-102.

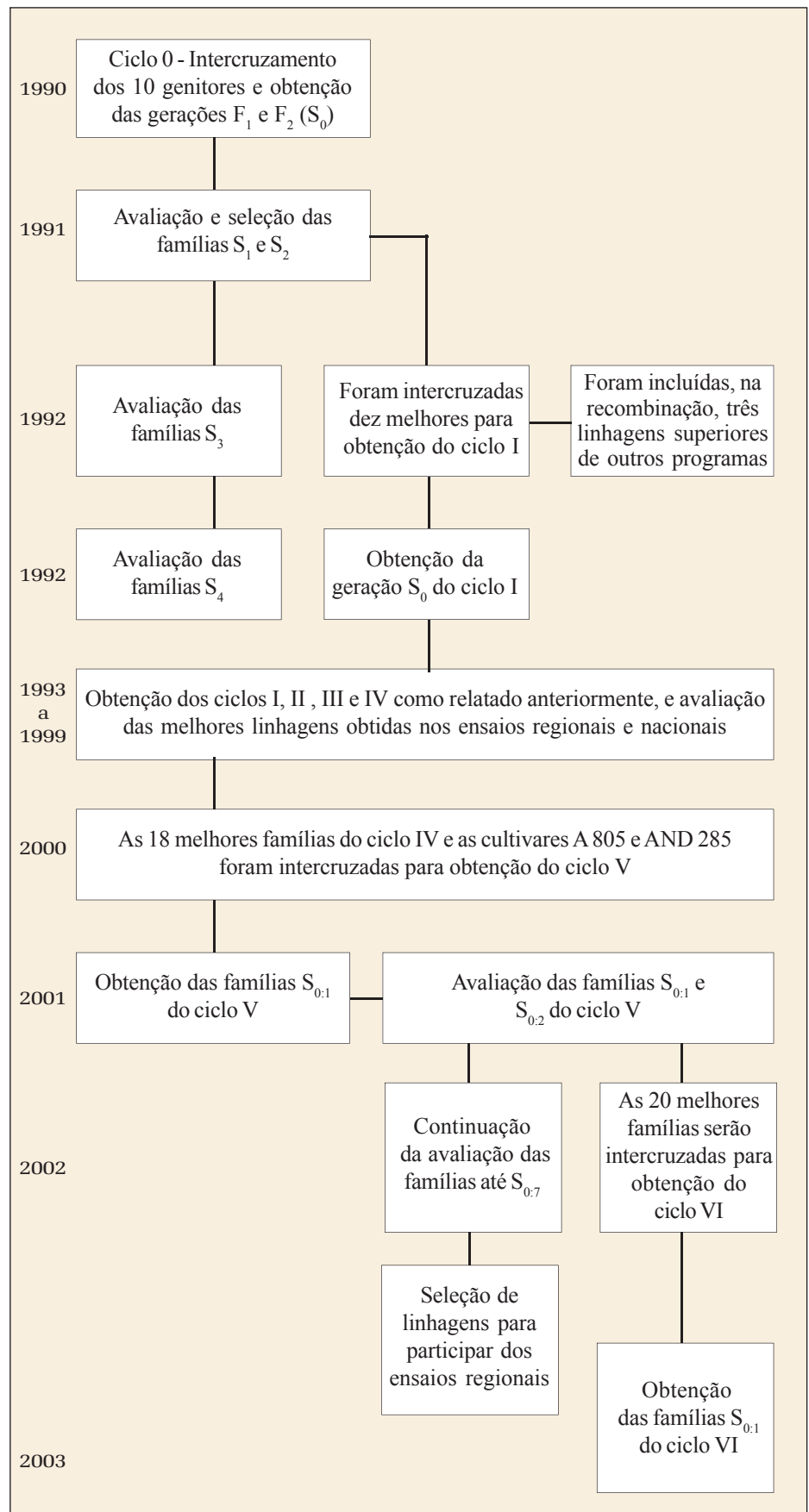


Figura 2 - Esquema do procedimento adotado na aplicação da seleção recorrente no melhoramento do feijoeiro

Esta linhagem associou, aos grãos do padrão comercial carioca, resistência a algumas raças de *C. lindemuthianum*, precocidade de, aproximadamente, dez dias em relação às cultivares recomendadas no Estado e boa produtividade. Esta última observação pode ser constatada no Quadro 1, onde estão apresentados os resultados de produtividade de grãos da referida linhagem em 25 experimentos no Estado. Em virtude desse desempenho, ela foi registrada para o estado de Minas Gerais, em 2002, com o nome 'BRSMG Talismã'.

Com a Lei nº 9.456 (BRASIL, 1997), referente à proteção de cultivares, esperava-se que as empresas privadas produtoras de sementes desenvolvessem programas próprios de melhoramento. Infelizmente, no caso do feijoeiro, até o momento isso não ocorreu, e a produção de novas cultivares está concentrada no poder público.

Foi também criado, no âmbito do Ministério da Agricultura, o Registro Nacional de Cultivares (RNC). Esse registro é indispensável para a comercialização de sementes de qualquer cultivar, protegida ou não.

Para obter o registro é necessário que sejam conduzidos experimentos denominados Valor de Cultivo e Uso (VCU). Esses experimentos devem ser conduzidos em, pelo menos, três locais por região edafoclimática de importância para a cultura, em cada época de cultivo (primavera-verão, verão-outono e outono-inverno), por um período mínimo de dois anos. As demais instruções para a condução dos VCU são apresentadas no Anexo IV da Portaria nº 294, de 14 de outubro de 1998 (Anexo A), e podem também ser obtidas pela internet (BRASIL, 1998).

Um dos principais problemas dos melhoristas de feijão é fazer com que suas linhagens sejam efetivamente utilizadas pelos agricultores. Normalmente, são obtidas boas linhagens, mas não há um processo eficiente de difusão e, sobretudo, de produção de sementes. Desse modo, o esforço dedicado ao melhoramento é praticamente perdido e a taxa de utilização de sementes de cultivares melhoradas no Estado continua baixa, cerca de 10% (ANUÁRIO..., 2002). Preocupadas com esse fato, Embrapa, UFV, Ufla e EPAMIG firmaram um convênio para a condução dos experimentos de VCU em Minas Gerais. Por esse convênio, cada instituição terá igual número de linhagens no VCU e será responsável pela condução dos experimentos em suas regiões de atuação. Após dois anos de avaliação, a melhor linhagem será entregue para a Embrapa Negócios Tecnológicos, a qual terá a responsabilidade de obter o registro e conduzir o processo de difusão e comercialização das sementes. Com essa estratégia, a cada dois anos, o Estado terá novas linhagens de feijão carioca, preto ou vermelho, em condições de serem utilizadas pelos agricultores. É esperado que não só a taxa de utilização de sementes melhoradas aumente, mas também que a oferta dessa importante leguminosa no Estado seja ampliada.

No Quadro 2, são listadas as principais cultivares de feijão recomendadas para Minas Gerais.

QUADRO 1 - Produtividade média de grãos, em kg/ha, da cultivar 'BRSMG Talismã' e das testemunhas 'Carioca' e 'Pérola', por local, época e ano de avaliação - Minas Gerais

Local	Época	Ano	BRSMG Talismã	Carioca	Pérola	Variação (%) em relação à média das testemunhas
Lavras	Outono-inverno	1998	2.599	2.183	2.308	15,7
Lavras	Outono-inverno	1998	2.777	2.438	2.260	18,2
Lavras	Águas	1998	1.582	1.202	1.492	17,4
Lavras	Águas	1998	2.210	1.890	2.081	11,3
Lavras	Águas	1998	2.444	1.584	2.171	30,2
Lavras	Águas	1999	2.180	2.409	1.897	1,3
Lavras	Seca	1999	2.379	2.258	2.726	-4,5
Lavras	Águas	2001	3.350	3.211	2.656	14,2
Ijaci	Seca	1999	1.276	1.287	977	12,7
Ijaci	Águas	2001	2.104	2.058	2.026	3,0
Lambari	Seca	1999	1.415	1.650	1.163	0,6
Lambari	Águas	2001	1.876	1.176	1.359	48,0
Patos de Minas	Seca	1998	1.093	1.075	1.143	-1,5
Patos de Minas	Seca	2001	1.769	1.606	1.765	5,0
Sete Lagoas	Seca	1999	2.517	2.620	1.935	10,5
Sete Lagoas	Inverno	2001	5.536	4.903	4.852	13,5
Coimbra	Seca	2001	3.553	2.775	3.059	21,8
Coimbra	Inverno	2001	2.466	2.309	2.818	-3,8
Coimbra	Águas	2001	1.786	1.231	1.320	40,0
Ponte Nova	Seca	2001	2.357	1.853	2.418	10,4
Leopoldina	Seca	2001	2.707	1.998	2.687	15,6
Unaí	Outono-inverno	1998	3.178	3.078	3.491	-3,2
Ubá	Seca	2001	3.778	4.152	3.676	-3,5
G. Valadares	Seca	2001	2.025	1.500	1.804	2,3
Janaúba	Seca	2001	1.505	1.739	1.055	7,7
Média geral			2.418	2.167	2.206	10,6

QUADRO 2 - Principais cultivares de feijão recomendadas para Minas Gerais, com suas origens, ano de recomendação e principais características

Cultivar	Origem	Ano	Principais características
Carioca	IAC	1975	Grão tipo carioca; peso médio de 100 sementes de 20-25 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; ciclo normal; resistente ao mosaico-comum
Jalo EEP 558	Ipeaco	1980	Grão tipo jalo; peso médio de 100 sementes de 30-40 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; ciclo médio; tolerante à mancha-angular
Milionário 1732	Ciat	1983	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 16-18 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; resistente ao mosaico-comum
Rico 1735	Ciat	1983	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 19-20 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; resistente ao mosaico-comum
Emgopa 201-Ouro	Ciat	1984	Grão tipo jalinho; peso médio de 100 sementes de 16-18 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente à antracnose, à ferrugem e ao mosaico-comum
IAC-Carioca	IAC	1987	Grão tipo carioca; hábito de crescimento indeterminado II/III; porte semi-ereto; resistente ao mosaico-comum
Diamante Negro	Embrapa Arroz e Feijão	1991	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 20-24 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte semi-ereto; ciclo normal; resistente ao crestamento-bacteriano-comum e ao mosaico-comum
Ouro Negro	Honduras	1991	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 25-27 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; ciclo normal; alta capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio; resistente à ferrugem e à antracnose; tolerante ao frio
Carioca MG	Ufla	1992	Grão tipo carioca; peso médio de 100 sementes de 20-22 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente à antracnose e ao mosaico-comum
Aporé	Embrapa Arroz e Feijão	1992	Grão tipo carioca com halo amarelo; peso médio de 100 sementes de 23-25 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; ciclo normal; resistente à antracnose, à mancha-angular e ao mosaico-comum
Rudá	Ciat	1992	Grão tipo carioca, peso médio de 100 sementes de 23-24 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente à antracnose e ao mosaico-comum
Roxo 90	Ufla	1992	Grão roxo; peso médio de 100 sementes de 20-24 g; hábito de crescimento indeterminado III; ciclo normal
Novo Jalo	Embrapa Arroz e Feijão	1993	Grão tipo jalo; peso médio de 100 sementes de 30-40 g; hábito de crescimento determinado I; porte ereto; ciclo médio; resistente à antracnose e tolerante à mancha-angular
Ouro Branco	Ciat	1993	Grão branco; peso médio de 100 sementes de 45-50 g; hábito de crescimento determinado I; porte ereto; ciclo médio; resistente ao mosaico-comum
Vermelho 2157	Ciat	1993	Grão vermelho-claro; peso médio de 100 sementes de 19-23 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente à antracnose e ao mosaico-comum
Meia Noite	UFV e EPAMIG	1994	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 18-23 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente ao mosaico
Pérola	Embrapa Arroz e Feijão	1994	Grão tipo carioca; peso médio de 100 sementes de 23-25 g; hábito de crescimento indeterminado II/III; porte semi-ereto a prostrado; ciclo normal; resistente à mancha-angular, à ferrugem e ao mosaico-comum
BRS Valente	Embrapa Arroz e Feijão	2001	Grão preto; peso médio de 100 sementes de 21-22 g; hábito de crescimento indeterminado II; porte ereto; ciclo normal; resistente ao mosaico-comum e à ferrugem e reação intermediária à mancha-angular
BRS Radiante	Embrapa Arroz e Feijão	2001	Grão rajado; peso médio de 100 sementes de 44-45 g; hábito de crescimento determinado I; porte ereto; ciclo precoce; resistente à antracnose, à ferrugem e ao mosaico-comum e reação intermediária à mancha-angular
BRSMG Talismã	Ufla, Embrapa Arroz e Feijão, UFV e EPAMIG	2002	Grão tipo carioca; peso médio de 100 sementes de 26-27 g; hábito de crescimento indeterminado III; porte prostrado; ciclo médio; resistente à antracnose e ao mosaico-comum

ANEXO A – ANEXO IV DA PORTARIA 294 DE 14/10/1998

ANEXO IV
 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO
 SECRETARIA DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO
 SERVIÇO NACIONAL DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES

Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo
 e Uso de Feijão (*Phaseolus vulgaris*),
 para a Inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC

I - Ensaios

- A) Número de locais: 3 (três) locais por região edafoclimática de importância para a cultura, para cada época de cultivo (águas, seca e outono-inverno).
- B) Período mínimo de realização: dois anos.
- C) Tratos culturais: recomenda-se não efetuar o controle de doenças, exceto o tratamento de sementes. As pragas deverão ser controladas sempre que necessário. O uso de irrigação é recomendado somente para o estabelecimento da população inicial de plantas ou quando esta prática for usual no sistema de produção utilizado. Se houver interesse por parte do requerente/responsável pela cultivar, dados adicionais de ensaios conduzidos com controle químico de doenças poderão ser apresentados.

II - Delineamento experimental

- A) Blocos casualizados com no mínimo três repetições, ou outro delineamento com igual ou maior precisão experimental.
- B) Dimensão das parcelas: as parcelas deverão ser constituídas de no mínimo quatro fileiras de 4 metros de comprimento desprezando-se as duas fileiras laterais.
- C) Testemunhas: deverão ser utilizadas no mínimo duas cultivares inscritas no RNC, por grupo de cor, sendo que a escolha deverá obedecer os seguintes critérios: a) Cultivar mais plantada na região ou a cultivar com maior potencial de rendimento e b) cultivar de livre escolha.
- D) Análise estatística: Os ensaios deverão ser analisados estatisticamente, sendo que serão considerados aqueles que apresentarem coeficiente de variação (CV) de no máximo 20%.

III - Características a serem avaliadas:

- A) Descritor (item 8 do formulário): preencher no caso da cultivar não estar protegida no Brasil.
- a) Antocianina no hipocótilo: ausente, presente;

- b) Flor - cor da asa: branca, rosa, roxa;
- c) Flor - cor do estandarte: branca, rosa, roxa;
- d) Sementes - venações na testa: ausente, presente.

B) Características agronômicas (item 9 do formulário):

- a) Hábito de crescimento: determinado ou indeterminado;
- b) Porte: ereto, semi-ereto ou prostrado, a ser determinado na maturação fisiológica;
- c) Comprimento médio da guia: curta, média, longa (Obs.: poderá haver dupla opção);
- d) Cor da flor: uniforme, desuniforme;
- e) Cor do hipocótilo;
- f) Cor das vagens na maturação fisiológica;
- g) Cor das vagens na maturação de colheita;
- h) Vagem - forma da seção transversal (somente para feijão vagem);
- i) Vagem - presença de fio (somente para feijão vagem);
- j) Vagem - textura da superfície (somente para feijão vagem);
- k) Cor do tegumento (coloração predominante e quantificar em percentagem as possíveis variações);
- l) Cor do halo (quantificar em percentagem as possíveis variações);
- m) Forma da semente;
- n) Brilho da semente;
- o) Peso médio de 1000 sementes;
- p) Grupo comercial:
- Carioca - (Ex.: Carioca, Rudá, Pérola, Princesa, IAPAR-14, IAC-Carioca);
 - Preto - (Ex.: Rio Tibagi, Diamante Negro, IAC-Una, IAPAR-44, FT-Nobre, IPA-10);
 - Mulatinho - (Ex.: IPA-7, Corrente da Bahia, Bambui);
 - Rosinha - (Ex.: Rosinha G2);
 - Bico de Ouro - (Ex.: IAC Bico de Ouro);
 - Branco - (Ex.: Ouro Branco);
 - Manteiga - (Ex.: Jalo EEP 558, Jalo Precoce, Novo Jalo, Bagajó, Carnaval);
 - Roxo - (Ex.: Roxo 90);
 - Outros - (vermelhos, rajados, pintados, enxofre, pardo) - (Ex.: Irai, Emgopa 201-Ouro, IAPAR 31, Vermelho 2157).

- q) Ciclo - número médio de dias da emergência ao florescimento;
r) Ciclo - número médio de dias da emergência a maturação fisiológica.

C) Reação a doenças (item 10 do formulário):

- a) Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*): resistente, intermediária, suscetível;
b) Crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*): resistente, intermediária, suscetível;
c) Ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica*): resistente, intermediária, suscetível;
d) Mancha angular (*Isariopsis griseola*): resistente, intermediária, suscetível;
e) Mosaico-comum (BCMV): resistente, suscetível;
f) Mosaico dourado (VMDF, BGMV): resistente, intermediária, suscetível, sem informação;
g) Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum*): resistente, intermediária, suscetível, sem informação;
h) Observação: qualquer informação adicional poderá ser acrescentada;

D) Reação a adversidades (item 11 do formulário):

- a) Reação a seca;
b) Reação a baixas temperaturas;
c) Reação a altas temperaturas, ocorridas durante a fase reprodutiva;
d) Outros fatores.

E) Avaliação da produtividade (item 12 do formulário):

O rendimento do ensaio será a média do peso total dos grãos das parcelas úteis, transformado em kg/ha e ajustado para 13% de umidade. As médias obtidas sempre serão comparadas com a média das testemunhas do ensaio.

Será inscrita no RNC a cultivar que, nos ensaios de VCU, tenha obtido, estatisticamente, uma produtividade, no mínimo, igual ao da média das cultivares testemunhas. Caso contrário, o interessado na inscrição, deverá indicar a existência de outras características importantes que justifiquem a sua inclusão no RNC.

F) Avaliação da qualidade tecnológica/industrial (item 13 do formulário):

- a) Tempo médio de cozimento: determinado no cozedor de Mattson (PROCTOR; WATTS, 1987);
b) Sólidos totais no caldo: determinado pelo método de Plhak et al. (1989) e Garcia-Vela e Stanley (1989);
c) Percentagem de grãos inteiros após o cozimento: (PLHAK et al., 1989; GARCIA-VELA; STANLEY, 1989);
d) Percentagem de absorção de água pela amostra antes e após o cozimento (PLHAK et al., 1989; GARCIA-VELA; STANLEY, 1989);
e) Coloração do caldo (para feijão preto)
- Referência para caldo escuro - Ex.: Rio Tibagi;
- Referência caldo claro - Ex.: Macanudo;
f) Teor de proteína: a concentração de proteína é estimada a partir do conteúdo de nitrogênio total do grão determinado pelo método microKjeldhal utilizando-se o fator 6,25 para converter o nitrogênio em proteína (AOAC, 1980).

IV - Atualização de informações

Novas informações sobre a cultivar, tais como: mudanças na região de adaptação, reação a pragas, doenças, limitações, etc., devem ser enviadas, nos mesmos modelos do VCU, para serem anexados ao documento de inscrição.

V - Observação: no preenchimento do formulário, sempre que necessário, utilizar folhas anexas.

VI - Referências Bibliográficas

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official analysis**. 13. ed, 1980.
GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-cook bean (*P. vulgaris*): effect of pH and ionic strength. **J. Food Science**, v.54, n.4, p.1080-1081, 1989.
PLHAK, L.C.; CALDWELL, K.B.; STANLEY, D.W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **J. Food Science**, v.54, n.3, p. 326-336, 1989.
PROCTOR J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Can. Inst. Food Science and Techn. Journal**, v.20, n.1, p.9-14, 1987.

290, ago. 1997. Suplemento: Resumos do XXX Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

PASTOR-CORRALES, M.A.; ERAZO, O.; ESTRADA, E.I.; SINGH, S.P. Inheritance of anthracnose resistance in common bean accession G2333. **Plant Disease**, St. Paul, v.78, n.10, p.959-962, Oct. 1994.

_____; JARA, C.E. La evolución de *P. griseola* com el frijol comum en América Latina. **Fitopatología Colombiana**, Cali, v.19, n.1, p.15-23, 1995.

_____; PAULA JÚNIOR, T.J. Estudo da diversidade genética de *Phaeoisariopsis griseola* no Brasil. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAP**, 1996. v.1, p.39-241. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

PETERNELLI, L.A.; BORÉM, A. Hibridação em feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**, Viçosa, MG: UFV, 1999. p.269-294.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.435-449.

_____; _____. Santos, J.B. dos. Melhoria de espécies autógamas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.201-230.

_____; SANTOS, J.B. dos. Melhoramento do feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.90, p.16-19, jun. 1982.

RAPOSO, F.V.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Comparação de métodos de condução de populações segregantes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.1991-1997, out. 2000.

RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n. 2, p.167-172, jun. 1994.

SANTOS, V. da S.; RAMALHO, M.A.P.; CARNEIRO, J.E. de S.; ABREU, A. de F.B. Consequences of early selection for grain type in common bean breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.1, n.4, p.347-354, 2001.

SARTORATO, A. Determinação da variabilidade fitopatogênica do fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.) Scrib. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002, p.114-116.

_____. Variabilidade de *Phaeoisariopsis griseola* no feijoeiro comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais... Goiânia: UFG/Embrapa Arroz e Feijão**, 2001. CD-ROM.

_____; RAVA, C.A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha

angular (*Isariopsis griseola*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.247-251, set. 1992.

VIEIRA, C. **O feijão e eu: memórias de um ex-aluno da ESAV**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 178p.

_____. Rico - 23, nova variedade de feijão preto para a Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.11, n.61, p.22-26, maio/dez. 1959.

_____; BORÉM, A.; RAMALHO, M.A.P. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.273-349.

VOYSEST, O.V. **Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**: legado de variedades de América Latina 1930 - 1999. Cali, Colombia: CIAT, 2000. 195p.

YOUNG, R.; MELOTTO M.; NODARI R. O.; KELLY, J.D. Marker-assisted dissection of oligogenic anthracnose resistance in the common bean cultivar, 'G 2333'. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.96, n.1, p.87-94, 1998.

ZIMMERMANN, M.J. de O.; CARNEIRO, J.E.S.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PEREIRA, P.A.A. Melhoramento genético e cultivares. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.224-273.

MUDAS DE OLIVEIRA

GARANTIA DE PROCEDÊNCIA,
MUDAS PADRONIZADAS, QUALIDADE
COMPROVADA E VARIEDADE IDENTIFICADA.

PEDIDOS E INFORMAÇÕES:

EPAMIG-FAZENDA EXPERIMENTAL DE MARIA DA FÉ - CEP: 37 517 - 000

e-mail: epamig@altinformatica.com.br - TELEFAX: (35) 3662 1227



Importância do uso de sementes de feijão livres de patógenos

Rogério Faria Vieira¹
Trazilbo José de Paula Júnior²

Resumo - Entre os principais patógenos causadores de doenças no feijoeiro, apenas o fungo *Uromyces appendiculatus* (agente causador da ferrugem) e o vírus do mosaico-dourado não são transmissíveis pela semente. Em geral, patógenos como *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco), *Colletotrichum lindemuthianum* (antracnose), *Fusarium* spp. (murcha-de-fusarium, prodridação-radicular-seca), *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (crestamento-bacteriano-comum) disseminam-se a curta distância, quando não há interferência do homem. Este, no entanto, introduz esses patógenos ao adquirir semente contaminada e/ou infectada e ao distribuí-la em gleba de cultivo ainda não infestada. Patógenos como *C. lindemuthianum* e *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, presentes na semente, podem provocar epidemia na lavoura já no primeiro ciclo de cultivo de feijão. Os fungos de solo geralmente não causam epidemia, mas os prejuízos a médio e a longo prazos podem ser maiores que os causados por patógenos que atacam a parte aérea dos feijoeiros.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Semente. Fungos. Bactérias. Vírus.

INTRODUÇÃO

Em regiões com condições climáticas favoráveis aos feijoeiros no outono-inverno, as produtividades alcançadas nos primeiros anos, após o início da exploração de uma gleba (Fase 1), são altas, ou seja, elas variam normalmente entre 2.500 e 3.500 kg/ha (41,7 a 58,3 sacas/ha). Essas produtividades proporcionam alto retorno financeiro aos agricultores: o lucro líquido pode variar de 21,7 a 38,3 sacas de 60 kg/ha, considerando-se o custo de produção de 20 sacas/ha.

No entanto, depois de alguns anos de cultivo, as produtividades começam a cair paulatinamente, até estabilizar-se em um nível mais baixo que os alcançados nos primeiros anos de exploração da gleba. Isso

ocorre simultaneamente ao aumento do custo de produção (Fase 2). Conseqüentemente, o lucro líquido por hectare também cai. Em caso de queda expressiva no preço do feijão, a situação de lucro pequeno ou médio poderia passar a ser de prejuízo. Apesar disso, os agricultores continuam a explorar a cultura do feijão, embora a cada nova safra o custo de produção aumente sem o correspondente aumento de produtividade. O limite de sobrevivência do empreendimento ocorre, quando as produtividades igualam-se às alcançadas na Fase 2 (1.800 a 2.500 kg/ha), mas o custo de produção é ainda mais alto, em torno de 30 sacas/ha. Nessa nova situação (Fase 3), qualquer queda expressiva no preço do feijão (que pode fazer com que o custo de

produção seja superior a 40 sacas/ha) pode significar prejuízos altíssimos para os produtores. Conseqüentemente, ele passa a procurar novas opções de cultivo, as quais, geralmente, são menos rentáveis financeiramente que o feijão na Fase 1, ou têm mercado limitado.

Na verdade, a situação inicial (Fase 1), de altíssimas produtividades e baixo custo de produção, raramente é mantida por muitos anos, especialmente em regiões onde a leguminosa é cultivada extensivamente e sem a devida rotação de culturas. Portanto, a pergunta que surge é: como prolongar ao máximo a Fase 1? A resposta a essa pergunta é ampla e abrange as diferentes áreas agrônômicas (fitopatologia, entomologia, fertilidade, etc.). Na prática, tem-se

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: rfvieira@epamig.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: trrazilbo@epamig.br

observado que os seguintes fatores têm maior peso nessa dinâmica da exploração do feijão:

- a) aumento do número e da intensidade das doenças;
- b) piora das qualidades físicas, biológicas e químicas do solo;
- c) aumento da infestação da lavoura com plantas daninhas;
- d) redução da uniformidade de aplicação de água pelo equipamento de irrigação.

A reversibilidade dessa situação (da Fase 3 para a Fase 1) é muito difícil, especialmente em lavouras com alta incidência de fungos de solo. Estes, por serem de difícil controle e por terem a capacidade de sobreviver sem a presença dos restos dos feijoeiros, são os principais responsáveis por essa situação praticamente irreversível.

Como esses fungos de solo são introduzidos na gleba? As sementes de feijão (e de outras culturas) são as principais responsáveis pela introdução desses patógenos na lavoura. Portanto, o emprego de sementes livres de patógenos é tecnologia que não se pode prescindir, para que a Fase 1 da dinâmica de exploração do feijão seja mantida por tempo relativamente longo. Essa tecnologia também permite, caso a Fase 2 já tenha sido alcançada, que se retarde a situação mais indesejável, ou seja, que se atinja a Fase 3. Será possível concluir, ao final, que semente de boa qualidade não é despesa para o agricultor, é investimento.

DISSEMINAÇÃO DE PATÓGENOS

A disseminação de patógenos, tanto dentro da lavoura como de uma lavoura para outra, pode ocorrer pela ação dos seguintes agentes: vento, água de chuva ou de irrigação, insetos, animais e homem. Este pode disseminar patógenos ao empregar, no preparo de solo, equipamento no qual se encontra aderido solo contaminado e, no plantio, sementes infectadas. No Qua-

dro 1, são apresentados os principais meios de disseminação de alguns patógenos do feijão. A maioria deles tem na semente o principal veículo de disseminação a longa distância.

Segundo Menten (1986), a disseminação de patógenos por meio de sementes é mais eficiente do que os outros meios pelos seguintes motivos:

- a) patógenos de importância econômica podem ser disseminados, independentemente da distância;
- b) a semente, por ser um ótimo substrato, mantém o patógeno viável por muito tempo;
- c) o contato direto do patógeno com a semente preserva-lhe a patogenicidade (capacidade de um patógeno causar doença), que tenderia a diminuir ou a desaparecer muito mais

rapidamente no caso da associação do patógeno com restos de cultura, solo, etc.;

- d) o inóculo (patógeno ou parte dele capaz de infectar plantas) está intimamente associado ao hospedeiro, ou seja, ao feijoeiro, condição que favorece o crescimento e a reprodução do patógeno, particularmente numa fase altamente suscetível como é a fase de plântula.

Embora o fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causador da antracnose, sobreviva por tempo limitado nos restos de cultura, ele pode sobreviver por até 15 anos na semente. O tempo de sobrevivência do vírus do mosaico-comum e da bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* na semente pode ser superior a 30 anos (GILBERTSON; MAXWELL, 1992;

QUADRO 1 - Principais meios de disseminação de alguns patógenos do feijoeiro

Patógenos	Curta distância (de metros até poucos quilômetros)	Longa distância
Vírus do mosaico-dourado	Mosca-branca	-
Vírus do mosaico-comum	Pulgões, sementes	Sementes
<i>Uromyces appendiculatus</i>	Vento, chuva ou irrigação, insetos, animais e homem	Corrente de ar
<i>Alternaria</i> spp. <i>Phaeoisariopsis griseola</i> <i>Erysiphe polygoni</i>	Vento, chuva ou irrigação, insetos, animais e homem	Corrente de ar, sementes
<i>Ascochyta</i> spp. <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Gotas de água acompanhadas de ventos que atingem as lesões, chuva ou irrigação, vento, insetos, animais, homem e sementes	Sementes
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Gotas de água que atingem o solo infestado ou os restos de cultura infectados, chuva ou irrigação, vento, homem, insetos, animais e sementes	Sementes
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Chuva ou irrigação, vento, insetos, animais, homem e sementes	Sementes
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> <i>Macrophomina phaseolina</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Sclerotium rolfsii</i>	Chuva ou irrigação, vento, homem, animais e sementes	Sementes

FONTE: Vieira e Paula Júnior (1998).

VIEIRA et al., 1993). O tempo de sobrevivência do patógeno na semente depende da quantidade do inóculo, de sua localização e do tipo de propágulo. Em geral, quanto maior o número de propágulos – principalmente os de resistência – no interior da semente, maior o tempo de sobrevivência do patógeno (AGARWAL; SINCLAIR, 1987).

É interessante salientar que várias espécies vegetais podem atuar como hospedeiras alternativas ao feijão. Algumas delas podem transmitir o patógeno por intermédio da semente (Quadro 2). Portanto, o cuidado com a sanidade da semente também deve abranger essas espécies.

Os métodos de controle de doenças, com base no princípio da exclusão, visam impedir a entrada de patógenos numa gleba, onde ele ainda não está presente. Como muitos patógenos têm na semente o principal veículo de disseminação a longas distâncias, a exclusão deles por meio do uso de semente sadia é maneira eficaz de evitar a doença.

Transporte e transmissão de patógenos pela semente de feijão

Entre os principais patógenos causadores de doenças no feijoeiro, apenas o fungo *Uromyces appendiculatus* (agente cau-

sador da ferrugem) e o vírus do mosaico-dourado não são transmissíveis pela semente.

Segundo McGee (1981), os microrganismos transportados pela semente podem ser classificados em quatro classes:

- patógenos que têm na semente a principal fonte de inóculo;
- patógenos que não têm na semente a principal fonte de inóculo;
- não-patogênicos, embora possam causar redução da germinação das sementes;
- organismos que podem infectar a semente no campo ou durante o seu armazenamento, reduzindo o rendimento e a qualidade dela.

Transporte pela semente

Os patógenos associados às sementes são transportados de duas formas: infectando e/ou contaminando as sementes (Quadro 3). Há infecção, quando são transportados internamente nas sementes. Há contaminação, quando são transportados na superfície da semente, ou quando o transporte dá-se por meio de partes infectadas da planta, partículas de solos infestados e/ou propágulos misturados às sementes.

QUADRO 3 - Formas de transporte de patógenos nas sementes de feijão

Patógenos	Contaminação	Infecção
<i>Alternaria</i> spp.	sim	sim
<i>Ascochyta</i> spp.	sim	sim
Vírus do mosaico-comum	não	sim
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	sim	sim
<i>Erysiphe polygoni</i>	sim	não
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	sim	não
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	sim	não
<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	sim	sim
<i>Macrophomina phaseolina</i>	sim	sim
<i>Rhizoctonia solani</i>	sim	sim
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	sim	sim
<i>Sclerotium rolfsii</i>	sim	não
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	sim	sim
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	sim	sim

FONTE: Vieira e Paula Júnior (1998).

Normalmente, a contaminação das sementes de feijão ocorre durante a trilha das plantas. Por exemplo, os escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (agente causador do mofo-branco) desprendem-se das plantas doentes durante essa operação. O solo, que se desprende das raízes durante a trilha e adere às sementes, pode estar contaminado com *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Macrophomina phaseolina*. Pedacos de plantas infectados podem transportar propágulos de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

O inóculo (propágulos, pedacos de plantas infectados e solo infestado) transportado em companhia das sementes pode ser eliminado durante o processo de beneficiamento. Escleródios de *S. sclerotiorum*, que muitas vezes têm o tamanho da semente de feijão, são mais difíceis de eliminar.

Os patógenos localizados na superfície das sementes são facilmente controlados mediante o tratamento delas com fungicidas protetores (Quadro 4). Para o controle

QUADRO 2 - Culturas que podem introduzir, por intermédio da semente, patógenos do feijão numa gleba

Patógenos	Culturas
<i>Alternaria</i> spp.	crucíferas
<i>Ascochyta</i> spp.	feijão-fava
Vírus do mosaico-comum	caupi, feijão-azuki, mungo
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	feijão-fava
<i>Macrophomina phaseolina</i>	algodão, amendoim, caupi, girassol, soja, sorgo
<i>Rhizoctonia solani</i>	algodão, amendoim, ervilha, feijão-fava, soja, tomate
<i>Sclerotium rolfsii</i>	alface, amendoim, arroz, tomate, trigo
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	cenoura, crucíferas, ervilha, feijão-fava, girassol, soja, trevo
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	ervilha
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	<i>Lablab niger</i> , <i>Phaseolus acutifolius</i> , soja

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

de patógenos localizados internamente na semente é recomendado o uso de fungicidas sistêmicos (Quadro 4). Ademais, o tratamento é usado para proteger sementes e plântulas contra patógenos já presentes no solo.

Transmissão

Refere-se à passagem do inóculo da semente infectada ou contaminada para a nova planta. A presença de organismos patogênicos na semente não é suficiente para garantir a infecção da planta. Entretanto, a associação patógeno-semente indica que há potencial de transmissão e possível estabelecimento da doença no campo.

Segundo Menten (1986), estes fatores afetam o estabelecimento e o desenvolvi-

mento na planta de um patógeno transportado pela semente:

- a) inerentes ao ambiente, como temperatura, umidade, luz, pH do solo, etc.;
- b) inerentes ao patógeno, como raça, virulência, potencial de inóculo, etc.;
- c) inerentes ao hospedeiro, como grau de resistência, morfologia da planta, estado nutricional, etc.

O potencial de inóculo, por exemplo, é fator importante para o estabelecimento e o desenvolvimento do crestamento-bacteriano-comum: o número mínimo de bactérias por semente, necessário para ocorrer a infecção das plantas, varia de 10^3 a 10^4 (AGGOUR et al., 1989).

A transmissão do patógeno da semente para a planta pode ser sistêmica (invade toda a planta) ou não-sistêmica (localizada). Em geral, a infecção do embrião da semente leva à transmissão sistêmica, como no caso da *X. axonopodis* pv. *phaseoli* e do vírus do mosaico-comum, embora a infecção do tegumento da semente por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* também possa levar a esse tipo de infecção. Embora *C. lindemuthianum* possa infectar o embrião da semente de feijão, sua transmissão é não-sistêmica: sementes contaminadas podem produzir plântulas sadias, mas o fungo pode permanecer viável no solo e, posteriormente, quando as plantas estiverem mais desenvolvidas, infectá-las. Na contaminação do lote de sementes com propágulos, solo infestado ou pedaços de plantas infectados, a transmissão é não-sistêmica. Nesse caso, o patógeno é introduzido no solo junto com as sementes e pode causar infecção em qualquer estágio de desenvolvimento da planta.

Prejuízos causados por microrganismos transmitidos pelas sementes

Vê-se, no Quadro 5, que os microrganismos transmitidos pela semente podem afetar o rendimento da cultura das seguintes maneiras:

- a) ao causarem redução da população de plantas

A população de plantas de feijão pode ser reduzida por causa da morte das sementes ou do tombamento das plantinhas:

- morte das sementes: sementes contaminadas e/ou infectadas podem se deteriorar durante o armazenamento, principalmente por causa dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., ou depois da semeadura, como as que transportam *M. phaseolina* e *Rhizoctonia solani*. Crescimento rápido e agressividade são características desses fungos;

QUADRO 4 - Principais fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijão e patógenos controlados

Fungicidas	Patógenos controlados
Protetores	
Captan	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Phaeoisariopsis griseola</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
PCNB	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i>
Thiram	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i>
Iprodione	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Alternaria</i> spp.
Tolyfluanid	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
Sistêmicos	
Carbendazin	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Phaeoisariopsis griseola</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
Carboxin	<i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
Fludioxonil	<i>Fusarium</i> spp., <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
Tiabendazol	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>
Tiofanato metílico	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>
Difenoconazole	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i>

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

- tombamento: patógenos associados às sementes também podem infectar a plântula em desenvolvimento (antes ou depois da emergência) e causar tombamento (*damping off*). Esses microrganismos têm uma taxa de crescimento/reprodução mais lenta e são menos agressivos do que os que causam a morte das sementes;

b) ao provocarem a debilitação das plantas

Patógenos transmitidos pelas sementes também podem diminuir o vigor das plantas ao causarem podridões nas raízes (*F. solani* f. sp. *phaseoli*, *R. solani* etc.) ou ao atuarem sistemicamente na planta (vírus do mosaico-comum, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* etc.). Conseqüentemente, essas plantas são mais sensíveis a estresses (seca, alta umidade, extremos de temperatura) e mais vulneráveis ao ataque de outras doenças e pragas;

c) ao causarem epidemias

Há patógenos associados às sementes que podem causar redução da população de plantas e/ou debilitação delas e, ademais, podem ser responsáveis por epidemias (Quadro 5). Em geral, nesse caso, os danos à cultura são maiores. Em ambiente favorável, pode ocorrer epidemia mesmo quando a porcentagem de sementes infectadas ou contaminadas é baixa, pois esses patógenos podem completar vários ciclos da doença durante o ciclo de vida dos feijoeiros. Wallen e Sutton (1965) verificaram que 0,5% de sementes infectadas por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* em um lote foi o bastante para causar epidemia no campo. Essa mesma porcentagem de sementes infectadas pelo vírus do mosaico-comum pode causar perda total da lavoura, se a população de vetores estiver ativa na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

QUADRO 5 - Principais prejuízos causados à cultura do feijão decorrentes da utilização de semente infectada ou contaminada por patógenos

Patógenos	Redução da população de plantas		Debilitação da planta	Epidemias
	Morte da semente	Tombamento		
<i>Alternaria</i> spp.	X	X		
<i>Ascochyta</i> spp.		X		X
Vírus do mosaico-comum			X	X
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>		X	X	X
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>			X	
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>			X	
<i>Macrophomina phaseolina</i>	X	X	X	
<i>Rhizoctonia solani</i>	X	X	X	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	X		X	X
<i>Sclerotium rolfsii</i>	X		X	
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	X	X	X	X
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>		X	X	X

FONTE: Vieira e Paula Júnior (1998).

Importância da semente na transmissão de patógenos

A importância relativa da semente de feijão na introdução de patógenos ainda não presentes em determinada gleba de plantio depende, principalmente, dos outros meios de disseminação do patógeno e de como ele sobrevive na ausência do hospedeiro. Uma tentativa de classificar os patógenos do feijoeiro quanto à importância da semente na sua introdução numa gleba não-infestada é apresentada no Quadro 6. Não foi levada em consideração, nessa classificação, a magnitude dos prejuízos proporcionados à cultura pelas doenças causadas pelos patógenos.

A transmissão a longa distância dos patógenos causadores da murcha-de-fusarium e da podridão-radicular-seca só é feita por intermédio das sementes de feijão. Essa é uma situação específica e diferente da que ocorre com outros patógenos, os quais podem ser introduzidos por sementes de outras espécies de plantas (Quadro 2). Portanto, o uso de sementes livres dessas duas espécies de *Fusarium* é fator relevante para evitar a ocorrência das doen-

ças na lavoura. Além disso, por se tratar de fungos de solo e, no caso de *F. solani* f. sp. *phaseoli*, de não haver cultivar comercial resistente, após a introdução deles numa gleba, geralmente a doença aumenta a cada cultivo. Embora as espécies de *Fusarium* só sejam transportadas externamente à semente (Quadro 3), o que facilita o seu controle através do tratamento com fungicidas, a introdução dessas espécies em novas áreas de cultivo tem sido creditada ao uso de semente contaminada. A dificuldade de conseguir cobertura adequada de todas as sementes do lote com fungicidas pode explicar tal fato.

O mofo-branco é, provavelmente, a doença mais prejudicial ao feijão de outono-inverno (VIEIRA; PAULA JÚNIOR, 1998). As sementes de feijão – e de muitas outras culturas (Quadro 2) – são o principal veículo de introdução do patógeno em novas áreas de cultivo (Quadro 1), principalmente se não houver num raio de 5 km em torno da gleba outra lavoura que apresente a doença.

Os cuidados com a qualidade sanitária das sementes também são importantes para

evitar a introdução de novas raças de patógenos numa gleba de plantio, onde eles já se encontram estabelecidos. Um dos problemas disso é a dificuldade de conseguir cultivar que seja resistente a todas as raças. Por exemplo, há no mínimo 25 raças de *C. lindemuthianum* e existem cultivares de feijão com resistência a algumas delas, mas não há uma cultivar que seja resistente à maioria das raças.

Aquisição das sementes

O emprego de semente certificada ou fiscalizada é garantia para o agricultor de

que ele está investindo em cultivar recomendada pela pesquisa, com alta pureza genética e porcentagem de germinação, e que há pouco risco de introduzir na lavoura plantas daninhas de difícil controle.

No que diz respeito à qualidade sanitária da semente fiscalizada ou certificada, o controle atual é relativamente rígido, mas não há 100% de garantia de que ela está livre de patógenos. Logo, semente certificada ou fiscalizada não é sinônimo de semente sadia, como pensam muitos agricultores. Mesmo assim, elas constituem a melhor opção disponível no mercado.

QUADRO 6 - Importância relativa da semente de feijão na introdução de patógenos em glebas não-infestadas

Patógenos	Verde	Amarelo	Vermelho
<i>Alternaria</i> spp.	Verde		
<i>Erysiphe polygoni</i>	Verde		
<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Verde		
<i>Rhizoctonia solani</i>	Verde	Amarelo	
<i>Macrophomina phaseolina</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Sclerotium rolfsii</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Thanatephorus cucumeris</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Ascochyta</i> spp.		Amarelo	Vermelho
Vírus do mosaico-comum		Amarelo	Vermelho
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>		Amarelo	Vermelho
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>			Vermelho
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>			Vermelho

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

NOTA: Verde - Patógenos facilmente disseminados pelo vento. Eventualmente a semente, pode introduzir novas raças na gleba; Verde-amarelo - Patógeno pode ser nativo do solo e infectar vários hospedeiros, mas há risco de introdução de novas raças por meio de semente; Amarelo - A semente é o principal veículo de disseminação dos fungos a longas distâncias, os quais podem sobreviver no solo por muitos anos; no entanto, eles podem ser introduzidos também pelas sementes de muitas culturas; Amarelo-vermelho - A semente de feijão é o principal veículo de disseminação a longas distâncias, mas por se tratar de microrganismos não-habitantes do solo, é possível erradicá-los por intermédio de rotação de culturas, cultivares resistentes, etc. O vírus do mosaico-comum não sobrevive em restos de cultura, tampouco no solo, mas pode sobreviver em algumas espécies de leguminosas nativas; Vermelho - A semente de feijão é o único veículo de introdução desses patógenos na gleba, os quais podem sobreviver no solo por muitos anos.

COMO DIMINUIR O RISCO DE INTRODUIZIR PATÓGENOS OU NOVAS RAÇAS DE PATÓGENOS NA LAVOURA

Glebas já infestadas com alguns patógenos

Alguns cuidados na aquisição e no manejo das sementes podem reduzir o risco de introdução de novos patógenos e de novas raças de patógenos na gleba de plantio.

Não adquirir sementes de outros Estados ou regiões

Aquelas sementes adquiridas de outros Estados, principalmente dos que têm menor controle de qualidade, podem introduzir patógenos ainda não constatados em uma determinada região. Algumas doenças são mais comuns em certos Estados, como é o caso da macrofomia, na Bahia, da mela e da mancha-de-ascoquita, no Espírito Santo. Nos últimos anos, surgiram, em algumas regiões do Brasil, três novas doenças com potencial para causar perda significativa no rendimento dos feijoeiros: carvão (causado pelo fungo *Microbotryum phaseoli*), sarna (*Colletotrichum dematium* f. *truncata*) e murcha-de-curtobacterium (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). O carvão é mais comum no Centro-Oeste e Sudeste, enquanto a sarna encontra-se distribuída principalmente em Minas Gerais e Goiás. Tanto o carvão quanto a sarna são mais comuns quando o feijão é cultivado em plantio direto após o milho ou o sorgo. A murcha-de-curtobacterium é mais comum no Sul. Outro fator que deve ser considerado é o risco de introdução de novas raças de patógenos já presentes na gleba, o que dificulta o controle de doença com cultivares resistentes.

Exigir teste de sanidade do lote de sementes

Recomenda-se que a compra de um lote de sementes seja feita após a análise dos resultados dos testes de sanidade de diferentes lotes disponíveis no mercado.

Adquirir sementes produzidas durante a primavera-verão (feijão “das águas”)

No caso de não poder comparar lotes de sementes por meio de testes de sanidade, deve-se optar por sementes produzidas na primavera-verão (feijão “das águas”), pois elas geralmente apresentam menor risco de introdução de alguns patógenos na lavoura. As condições climáticas, principalmente temperatura, durante esse período do ano são desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças que se poderiam tornar problema no cultivo de outono-inverno. Essas sementes têm pouca chance de estar infectadas por *S. sclerotiorum* e pelos fungos causadores da mancha-de-ascoquita e da podridão-radicular-seca. Por outro lado, o risco de introdução da bactéria *X. axonopodis* pv. *phaseoli* é maior.

Rebeneficiar as sementes adquiridas

Várias máquinas podem ser empregadas no beneficiamento das sementes de feijão. Em geral, as de ventilação e peneiras são utilizadas nas unidades de beneficiamento de sementes. Essas máquinas são eficientes para eliminar impurezas leves e sementes pequenas. No entanto, como se vê no Quadro 7, manchas e deformações nas sementes podem ser sintomas da presença de patógenos, independentemente do tamanho delas. Conseqüentemente, sementes infectadas de tamanho normal não são eliminadas pelas peneiras, entretanto elas podem ser menos densas do que as sadias. O uso da mesa gravitacional, que separa as sementes por densidade, é ajuda adicional para eliminar sementes infectadas. Ademais, esse procedimento pode melhorar a percentagem de germinação e o vigor da semente. Embora o rebeneficiamento não dê origem a semente sadia por si só, pode-se conseguir, com essa prática, a diminuição do inóculo primário da doença. Um foco inicial de infecção de *C. lindemuthianum*, ou seja, uma única semente infectada (ou contaminada) pode causar doença em plantas localizadas até 10,5 m de distância (VIEIRA et al., 1993).

Portanto, é possível evitar uma epidemia na lavoura limitando-se o número de sementes portadoras do patógeno, no caso de a semente ser a única fonte de inóculo primário. O número de plantas infectadas por *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, que só produz novo inóculo no final do ciclo de vida do feijão (patógeno monocíclico), é diretamente proporcional ao número de sementes contaminadas usadas no plantio. Após a introdução do patógeno, com o passar dos anos, reboleiras de plantas doentes de tamanho crescente são observadas ao redor dos focos iniciais da doença. Nesse caso, mesmo quando o patógeno já está presente na gleba, o cuidado com a semente deve continuar, pois novos focos da doença podem surgir, se continuarem a ser empregadas no plantio sementes contaminadas.

Tratar a semente com fungicidas

O tratamento de sementes com fungicidas é medida importante para o controle de microrganismos patogênicos que são transportados por elas. Esse controle não é total, especialmente de patógenos que

são transportados internamente na semente. A mistura de fungicida sistêmico com protetor é recomendável para ampliar o leque de patógenos controlados e diminuir o risco de o patógeno desenvolver resistência a determinado fungicida.

Glebas não-infestadas por patógenos

Em glebas não-infestadas por patógenos, onde o feijão vai ser plantado pela primeira vez, deve-se tomar um cuidado adicional: encomendar semente sadia de uma instituição de pesquisa. Em geral, a produção de semente sadia tem início em casa de vegetação, com posterior multiplicação no campo. Portanto, a encomenda deve ser feita com, pelo menos, um ano de antecedência ao plantio. Em razão do alto preço dessa semente, é aconselhável multiplicá-la antes de iniciar a produção comercial, observando as seguintes recomendações:

- a) local: multiplicação das sementes, tratadas com fungicida, em gleba virgem, de preferência, ou em gleba nunca antes cultivada com feijão e

QUADRO 7 - Principais sintomas de sementes infectadas por patógenos do feijoeiro

Doença	Sintomas nas sementes
Antracnose	Manchas que variam de amarelas a café-escuras.
Crestamento-bacteriano	Mancha amarela na região do hilo; amarelecimento, descoloração e/ou enrugamento do tegumento. Sementes aparentemente sadias também podem estar contaminadas ou infectadas.
Mancha-angular	Manchas marrons ao redor do hilo e no tegumento.
Mancha-de-ascoquita	Manchas escuras com margem cinza-esverdeada.
Mancha-de-alternária	Descoloração e, às vezes, presença de manchas marrons em sementes brancas.
Mela	Manchas castanho-avermelhadas e sementes malformadas ou aparentemente sadias.
Mofo-branco	Pequenas, descoloridas, enrugadas ou aparentemente normais.
Mosaico-comum	Pequenas, leves e enrugadas.
Macrofomia	Descoloração, deformação, presença de escleródios e picnídios ou aparentemente sadias.
Podridão-radicular	Tegumento esbranquiçado ou levemente amarelo.

FONTE: Vieira e Paula Júnior (1998).

- em local isolado de outras lavouras dessa leguminosa. O isolamento do campo de produção de semente visa, principalmente, diminuir o risco de contaminação dos feijoeiros por doenças presentes em lavouras vizinhas. Barreiras físicas, como faixas plantadas com milho, podem ser úteis para melhorar o isolamento da cultura;
- b) irrigação: empregar irrigação por sulcos. O molhamento da parte aérea das plantas, proporcionado pela irrigação por aspersão, favorece muitas doenças. Se for usada a irrigação por aspersão, deve-se diminuir o número de regas, mesmo que tal prática venha a reduzir a produtividade. Irrigações pesadas e esparsas são preferíveis a irrigações leves e frequentes. Se possível, as irrigações devem ser feitas durante o período noturno. A cultura não deve receber mais água assim que as vagens mais velhas amarelecerem;
- c) época de plantio: plantar em qualquer época do ano que seja favorável ao cultivo do feijão. O plantio na primavera-verão (feijão “das águas”) pode ser feito sem o uso de irrigação ou apenas com irrigação suplementar;
- d) densidade de plantio: distribuir oito sementes por metro de sulco, mantendo 0,75 m entre as fileiras. Dessa forma, uma saca de 60 kg de feijão do tipo carioca (com massa de 100 sementes de 25 g), aproximadamente, é suficiente para semear mais de dois hectares;
- e) *roguing*: eliminar plantas fora do padrão durante todo o ciclo de vida do feijão. Essa operação é mais eficaz nas fases de floração e de vagemamento;
- f) plantas daninhas: manter as plantas daninhas sob controle, a fim de proporcionar boa insolação e ventilação entre as fileiras de feijão e facilitar o *roguing*. Ademais, a eliminação delas reduz possíveis hospedeiros de patógenos do feijão;
- g) aplicação de fungicidas: aplicar, preventivamente, fungicidas ou misturas deles a partir dos 20 dias após a emergência até próximo à maturação das plantas;
- h) aplicação de inseticidas: essa operação tem por objetivo garantir alta produtividade e controlar possíveis vetores de patógenos;
- i) colheita: realizar a colheita assim que as folhas estiverem amarelecidas e as vagens mais velhas, secas;
- j) secagem das plantas: iniciar imediatamente após a colheita, espalhando as plantas sobre local cimentado ou lona plástica;
- k) trilha: fazer a trilha quando o teor de água das sementes estiver em torno de 16%, com uma trilhadeira rigorosamente limpa e regulada;
- l) pré-limpeza: usar o peneirão para pré-limpeza;
- m) secagem das sementes: expor as sementes ao sol até que o seu teor de água atinja 12%-13%;
- n) beneficiamento: usar máquina de ventilação e peneira e, em seguida, a mesa gravitacional. Quando essas máquinas não estiverem disponíveis, a catação manual é a melhor solução;
- o) rendimento: o rendimento esperado é, em geral, menor que o alcançado em área comercial, por causa da redução das regas e do aumento do espaçamento entre plantas. Normalmente, são obtidas de 20 a 30 sacas por hectare;
- p) controle de carunchos: fazer o controle de carunchos, se as sementes não forem utilizadas logo após a colheita;
- q) armazenamento: armazenar as sementes em lugar limpo, fresco, ventilado e protegido contra a entrada de rato e caruncho;
- r) teste de sanidade: realizar o teste de sanidade, para confirmar a qualidade da semente produzida;
- s) tratamento das sementes com fungicidas: fazer o tratamento de semente para minimizar o risco de introduzir na lavoura patógenos por intermédio delas.

Seguidas essas recomendações, o agricultor tem grande chance de excluir muitos patógenos da lavoura e obter rendimentos estáveis por muitos anos e com baixo custo de produção. No entanto, o agricultor deve saber que a semente de feijão é apenas um dos veículos de disseminação de patógenos. Outros como implementos agrícolas contendo solo infestado e sementes de outras culturas (Quadro 2) também devem ser observados com cuidado. Novas cultivares de feijão são lançadas a cada dois ou três anos. Portanto, o agricultor pode ter em mãos sementes sadias das novas cultivares, mantendo contato com instituições de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRS, 1987. v.1, 176p.
- AGGOUR, A.R.; COYNE, D.P.; VIDAVER, A.K.; ESKRIDGE, K.M. Transmission of the common blight pathogen in bean seed. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.6, p.1002-1008, Nov. 1989.
- GILBERTSON, R.L.; MAXWELL, D.P. Common bacterial blight of bean. In: CHAUBE, H.S.; KUMAR, J.; MUKHOPADHYAY, A.N.; SINGH, V.S. (Ed.). **Plant diseases of international importance: diseases of vegetables and oil seed crops**. New Jersey: Prentice Hall, 1992. v.2, p.8-39.
- MCGEE, D.C. Seed pathology: its place in modern seed production. **Plant Disease**, St. Paul, v.65, p.638-642, 1981.
- MENTEN, J.O.M. Importância da semente na transmissão de patógenos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.27-38.
- VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J. de. Semente: veículo de disseminação de patógenos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.451-505.
- _____; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A. de O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa, MG: EPAMIG, 1993. 131p.
- WALLEN, V.R.; SUTTON, M.D. *Xanthomonas phaseoli* var. *Fuscans* (Burkh.) Starr e Burkh. on field bean in Ontario. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.43, p.437-446, 1965.

Mais um Canal entre as Pesquisas da Embrapa e Você.



O **Dia de Campo na TV** já faz parte das manhãs de sexta-feira de quem toca a vida no campo. Em seu **sexto ano**, o programa está cheio de alternativas para o desenvolvimento do agronegócio nacional. São estudantes, pesquisadores, extensionistas e produtores rurais que assistem e participam ao vivo, interagindo com os convidados por telefone, fax ou e-mail. É assim, direto do seu estúdio, que a Embrapa leva até você as novidades da tecnologia do campo.

Para saber as datas em que os programas serão transmitidos, acesse: www.sct.embrapa.br



SINTONIZE SUA PARABÓLICA

Recepção multiaberta: banda C -

Transponder 6A2 - Polarização Horizontal

Frequência 3930 Mhz

Antena doméstica: banda L -

Frequência 1220 Mhz

Canal Rural: Sky e Net

Os programas vão ao ar todas sextas-feiras no mesmo horário, das 9h às 10h da manhã (hora de Brasília).

COMO PARTICIPAR

0800 701 11 40 (ligação gratuita)

Fax: (61) 273.8949

E-mail: diacampo@sct.embrapa.br

Dia de Campo na TV

Embrapa
Um Brasil que dá gosto

Ministerio da Agricultura,
Pecuaria e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS

Manejo de solos para a cultura do feijoeiro

José Carlos Cruz¹

Ramon Costa Alvarenga²

Israel Alexandre Pereira Filho³

Derli Prudente Santana⁴

Etelvino Henrique Novotny⁵

Egídio Arno Konzen⁶

Resumo - O cultivo do feijoeiro é realizado em diferentes épocas, o que lhe propicia mais de uma safra por ano na mesma área, envolvendo inclusive agricultura irrigada. Nesta situação, o solo é intensivamente cultivado, o que consiste um fator de grande risco à degradação, em comparação ao sistema tradicional de sequeiro de outras culturas com apenas um cultivo anual. Excessiva mecanização resulta em destruição da estrutura do solo, em compactação subsuperficial e em formação de crosta superficial. Em áreas irrigadas, o uso mais intenso do solo poderá resultar na sua desestruturação, principalmente, em função de suas características. O plantio direto, por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, é uma ferramenta essencial para alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários. Por se tratar de um sistema mais tecnificado, exige-se que o agricultor tenha um conhecimento amplo e domínio de todas as fases do processo, que envolva rotação de culturas e, muitas vezes, a associação de agricultura e pecuária.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Manejo sustentável. Rotação de cultura. Plantio direto. Sucessão de cultura.

INTRODUÇÃO

O manejo adequado do solo é um pré-requisito que se deve ter sempre em mente, quando se propõem sistemas de cultivos. Sabe-se que o solo, quando passa a ser cultivado, sofre degradação em seus atributos físicos, químicos e biológicos de tal modo que a condição inicial não é mais conseguida. A intensidade da degradação depende grandemente das condições nas quais o manejo é executado.

O feijoeiro, por ser cultivado em diferentes épocas e com ciclo que propicia mais de uma safra anual na mesma área, pode-se constituir em fator de risco à degradação, quando comparado com outras culturas cultivadas em sistema convencional, com apenas um semeio anual. Soma-se a isto o fato de o agricultor, ao trabalhar com um cronograma bem definido de atividades, executar, muitas vezes, operações como o tráfego de máquinas ou preparo de solo,

quando este apresenta condições inadequadas de umidade. Isto invariavelmente causa maior dano e acelera ainda mais a degradação do solo. Por outro lado, o feijoeiro é uma planta com sistema radicular bastante delicado e concentrado na camada superior do solo, aproximadamente 20 cm. Solos friáveis, com boa aeração, não sujeitos ao encharcamento, são os recomendados para o cultivo do feijoeiro.

O preparo do solo, definido como sua

¹Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: zecarlos@cnpmis.embrapa.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: ramon@cnpmis.embrapa.br

³Eng^a Agr^a, M. Sc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: israel@cnpmis.embrapa.br

⁴Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: derli@cnpmis.embrapa.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: etelvino@cnpmis.embrapa.br

⁶Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: konzen@cnpmis.embrapa.br

manipulação física, química ou biológica, tem por objetivo básico otimizar as condições de germinação, de emergência e o estabelecimento das plântulas. Atualmente, com maiores preocupações para desenvolver uma agricultura sustentável, o preparo do solo deve ser visto como algo a manter sua estrutura, com baixa probabilidade de desagregação e transporte de suas partículas por água ou vento e maior infiltração de água, de modo que reduza a enxurrada e a erosão a um mínimo tolerável.

O manejo inadequado do solo é também responsável pela redução da porosidade, particularmente a macroporosidade, o que resulta na diminuição da taxa de infiltração da água e do fluxo de oxigênio para o seu interior. Sua excessiva mecanização resulta na destruição de sua estrutura, na sua compactação subsuperficial e na formação de crosta superficial. Em áreas irrigadas, o uso intensivo do solo poderá resultar em sua desestruturação, principalmente devido às características do solo. Essa desestruturação faz com que as partículas individualizadas do solo sejam facilmente colocadas em suspensão pela água de irrigação e, principalmente, pelas chuvas. Com a infiltração da água, essas partículas sedimentam-se, justapondo-se de maneira organizada, de tal modo que há formação de crostas pouco permeáveis na superfície. A crosta superficial ou selamento reduz a entrada e a difusão de oxigênio para o interior do solo, além de diminuir a taxa de infiltração de água, o que aumenta a enxurrada e os riscos de erosão.

COMPACTAÇÃO

A habilidade de as plantas explorarem o solo, em busca de fatores de crescimento, depende grandemente da distribuição das raízes no perfil do solo, que, por sua vez, depende das condições físicas e químicas, passíveis de alterações em função do manejo adotado. A compactação é reconhecida como uma das principais conseqüências do manejo inadequado do solo e aparece, geralmente, logo abaixo da camada cultivada, resultado do trabalho de implementos

como arados e/ou grades, por sucessivos anos agrícolas, a uma mesma profundidade. A compactação altera o padrão de crescimento das raízes, pelo aumento da resistência e decréscimo na porosidade do solo. O solo está compactado, quando a proporção do volume total de poros para o volume total do solo é inadequada para o máximo desenvolvimento de uma cultura ou manejo eficiente do campo. A porosidade é um termo de significado importante em relação à compactação do solo, uma vez que relaciona o conteúdo de água e ar no volume de solo explorado pelas raízes. É comum observar áreas com solo severamente compactado, no qual as raízes das culturas não penetram, ficando concentradas acima dessa camada. A água também tem sua taxa de infiltração reduzida e, em conseqüência, aumenta-se o deflúvio e a erosão.

Na camada compactada, as características químicas e, principalmente, físicas do solo são modificadas, como a redução no número de poros grandes, de tal modo que o crescimento das raízes sofre uma série de modificações, tanto de ordem morfológica, quanto fisiológica, que vão afetar o seu desempenho e, por conseguinte, o da planta. A difusão do oxigênio no interior do solo, através da solução, é 10 mil vezes maior do que através do próprio ar, pelos macroporos. Solos com problemas de compactação e selamento superficial são facilmente saturados, principalmente por irrigação. Com isso, o fluxo do oxigênio é extremamente prejudicado, podendo, inclusive, haver deficiência para as plantas. Há muito é conhecido que mudanças na morfologia, hidratação e taxa de respiração podem ser associadas à habilidade de a raiz penetrar em solos compactados. Nestes tipos de solos ou nos adensados, as raízes tornam-se curtas, grossas, com alto peso de material seco e apresentam parede celular grossa, sugerindo maior resistência estrutural e maiores taxas de respiração.

A presença de uma camada compactada, de subsuperfície, segundo Moraes et al. (1988), foi a responsável pela redução no

crescimento do sistema radicular da soja, da ordem de 50,65%, para Terra Roxa Estruturada (Nitossolo) e de 59,68%, para Latossolo Roxo (Latossolo Hiperférico). Kawasaki et al. (1985) observaram que, na região dos Cerrados, o crescimento de plantas de soja foi prejudicado a partir do segundo ano de uso do solo. A raiz pivotante não cresceu em profundidade e as laterais cresceram próximas da superfície do solo.

O rompimento da camada compactada deve ser feito com um implemento que alcance a profundidade, imediatamente abaixo do seu limite inferior. Até 35 cm, ela pode ser rompida com arado de aiveca ou arado escarificador; já em profundidades maiores, com subsolador. Quando for usado escarificador ou subsolador para o rompimento de camada compactada, deve-se levar em consideração que o espaçamento entre as hastes determina o grau de rompimento da camada compactada pelo implemento, devendo ser de 1,2 a 1,3 vez a profundidade de trabalho pretendida. É importante salientar que os equipamentos de discos são ineficientes nessa operação.

O teor de umidade tem grande influência no processo de compactação do solo. Especialmente em condições irrigadas e de manejo intensivo, deve-se ter em mente o alto risco à degradação do solo, como resultado do manejo irracional. Em razão disso, deve-se buscar um sistema que não mobilize o solo mais do que o necessário, como forma de minimizar as alterações físicas, que, por sua vez, irão causar menor impacto negativo sobre as taxas constantes de escoamento superficial e de infiltração da água no solo. Essas taxas têm efeito direto sobre a umidade do solo, que desempenha um importante papel sobre a compactação.

ÉPOCA DE PREPARO DO SOLO

O preparo do solo deve ser efetuado em condições de friabilidade. Nesta situação ele apresenta baixa resistência, alta a moderada capacidade de suporte de carga e resistência à compressão, ou seja, quando o solo está com um teor de umidade em

que parte dele, ao ser comprimida na mão, é facilmente moldada, mas que tão logo cessada esta força, a amostra é facilmente esboroadada. Figueiredo et al. (2000) observaram, em Latossolo Roxo (Latosolo Hiperférico), no município de Lavras (MG), que a umidade crítica de compactação é menor do que o limite de plasticidade, sendo este o limite superior da zona de friabilidade do solo. Verificaram também que a umidade crítica de compactação está contida na faixa de umidade, em que o tráfego de máquinas é realizado. Sugerem que o tráfego de máquinas não seja realizado, quando a umidade do solo for aproximadamente igual ao limite de plasticidade, o que evita maiores riscos de compactação. Ressaltaram, ainda, a utilização de alguns atributos do solo, tais como 90% do limite de plasticidade, 90% da água retida a -0,01 MPa ou a água retida a -0,033 Mpa, como tentativa de obtenção da umidade crítica de compactação. Em função desses resultados, percebe-se que a condição ideal para a mobilização do solo é aquela em que o seu teor de umidade esteja abaixo desses valores. Nesse sentido, Mantovani (1987) sugere que se obtenha uma curva de compactação para o solo e que seja evitado o trabalho com máquinas próximo ao ponto de ótimo teor de umidade para máxima compactação. Ressalta ainda que, à medida que a energia de compactação aumenta, com o uso de equipamentos mais pesados, é necessária uma quantidade menor de umidade no solo para se alcançar o máximo de compactação. Isto reafirma a necessidade de planejamento do preparo do solo em áreas irrigadas, visando evitar maiores danos.

Quando o solo é preparado com umidade em torno da capacidade de campo, além da maior probabilidade de formação de camada superficial compactada, pode ocorrer maior aderência do solo aos implementos (em solos argilosos), até o ponto de impossibilitar a operação de preparo. Por outro lado, deve-se também evitar o preparo do solo muito seco, pois será necessário maior número de gradagens para obter suficiente destorroamento, de modo que permita a

operação de semeadura. A condição ideal de umidade pode ser detectada facilmente em campo: um torrão de solo, coletado na profundidade média de trabalho e submetido à leve pressão entre os dedos polegar e indicador, deve-se desagregar sem oferecer resistência. Quando for usado o arado e a grade para preparar o solo, deve-se considerar como umidade ideal a faixa variável de 60 a 70% da capacidade de campo, para solos argilosos, e de 60% a 80% para solos arenosos, ou seja, quando o solo estiver na faixa de umidade friável. Quando for usado o escarificador e o subsolador, a faixa ideal de umidade é de entre 30% e 40% da capacidade de campo, para solos argilosos. Na agricultura extensiva, de sequeiro, é praticamente inviável trabalhar somente nas melhores condições de umidade. Entretanto, na agricultura irrigada, é perfeitamente viável trabalhar-se com umidade adequada, diminuindo os riscos de compactação e de desestruturação do solo.

Se o principal objetivo do preparo do solo for o controle de plantas daninhas ou a incorporação de restos de cultura, ele pode ser realizado com bastante antecedência em relação à semeadura. Neste caso, recomenda-se fazer a aração após a colheita da cultura anterior, realizando-se a gradagem imediatamente antes da implantação da nova cultura. Pode-se também incorporar os restos de cultura ao solo com o uso da grade e, após 10 a 15 dias, realizar a aração.

SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Na escolha de um sistema de preparo do solo para o feijoeiro, devem ser considerados os fatores relacionados com a economia de combustível e de tempo e com a conservação de solo e água, evitando-se o uso continuado, por vários anos, de um único equipamento agrícola, que opere a uma mesma profundidade ou muito superficialmente, para evitar a formação de camadas compactadas no solo.

Existem, no mercado, vários implementos para o preparo do solo e, para cada um, há variações quanto à forma, ao peso, ao número e ao tamanho das partes ativas. Assim, para cada situação haverá um determinado implemento mais adequado. Para que um equipamento seja utilizado de maneira racional e eficiente, é necessário conhecer o sistema de manejo de solo que ele vai atender, as características desejáveis que o solo deverá apresentar, a energia consumida e também a sua capacidade efetiva de trabalho (ha/h). Na última década, aumentou-se muito o interesse por métodos conservacionistas de manejo de solos. Neles busca-se ajustar tecnologias que possibilitem aliar menor mobilização do solo e preservação da matéria orgânica, que é reconhecidamente de fundamental importância não só para a sustentabilidade do ecossistema, mas também pela influência direta e indireta nos processos químicos, físicos, físico-químicos e biológicos. Esses métodos promovem menor revolvimento do solo e deixam maior quantidade de resíduos de cultura sobre a sua superfície, conferindo-lhe maior resistência contra os agentes causadores de degradação, especialmente a erosão hídrica.

Dois métodos (arado escarificador e plantio direto) merecem destaque, devido ao seu papel conservacionista, baixo nível de dano e alto nível de proteção do solo, de tal modo que é possível aliar produtividade e conservação do solo e da água, binômio da maior importância para a sustentabilidade de sistemas agrícolas.

Implementos de preparo do solo

A seguir serão apresentados os implementos usados no preparo do solo mais comuns no Brasil.

Grade aradora

As grades pesadas, assim como outros equipamentos de discos, são agentes causadores de maior compactação, pois o peso total do equipamento é distribuído numa área muito pequena do disco. É um dos

principais implementos usados no preparo do solo nas grandes lavouras e em áreas de expansão da agricultura, provavelmente em função da possibilidade de obter maior rendimento do serviço com menor consumo de combustível (Quadro 1), além de conseguir realizar tanto a aração primária quanto a secundária, destorroamento e nivelamento. Pode ser utilizada em condições desfavoráveis, como solos recém-desbravados, com tocos e raízes, ou com alta infestação de plantas daninhas, além de ser um equipamento de fácil regulagem. Uma desvantagem da grade aradora é que ela provoca grande pulverização do solo. O seu uso por anos sucessivos pode provocar a formação do “pé-de-grade”, uma camada compactada logo abaixo da profundidade de corte, a 10-15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, favorece maior escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão do solo e a redução da produtividade das culturas. A incorporação de corretivos e, esporadicamente, de fertilizantes a menores profundidades, com a grade aradora, associada à existência de uma camada compactada logo abaixo, estimula o sistema radicular das culturas a permanecer na parte superficial do solo. A planta passa a explorar, portanto, menor volume de solo e fica mais vulnerável a veranicos que porventura ocorram durante o ciclo da cultura, podendo causar prejuízos ao agricultor. Verifica-se que, à medida que se aumenta a área da propriedade, há preferência pela grade aradora em detrimento do arado de disco (Quadro 2), possivelmente decorrente do maior rendimento de

QUADRO 1 - Consumo de combustível e rendimento de diferentes implementos de preparo do solo

Equipamento	Consumo de combustível		Rendimento (ha/h)
	L/ha	Relativo (%)	
Arado de discos	25,7	(100)	0,40
Grade aradora	13,9	(54)	0,90
Escarificador	17,1 - 20,6	(67 - 80)	0,70 - 0,87

FONTE: Hoogmoed e Derpsch (1985 apud DERPSCH et al., 1991).

QUADRO 2 - Porcentagem de uso do arado de disco e da grade aradora por extrato de áreas - município de Ituiutaba (MG)

Área (ha)	Porcentagem	
	Arado de disco	Grade aradora
0 - 50	84	16
51 - 100	100	0
101 - 200	75	25
201 - 500	25	75
501 - 1000	0	100

FONTE: Gois (1993 apud MANTOVANI et al., 2001).

trabalho e menor consumo de combustível com a grade.

Arado de disco

O arado de disco trabalha a uma profundidade média de 20 cm, incorporando parcialmente os resíduos vegetais e plantas daninhas. Seu uso generalizado deve-se a sua boa adaptação aos vários tipos e condições de solo, como os pedregosos ou os recém-desbravados, onde ainda existam raízes e tocos, e por promover uma boa mistura de calcário ao solo. Suas desvantagens são o baixo rendimento do trabalho e o alto consumo de combustível na operação. Em terrenos com grande quantidade de massa vegetal na superfície, é necessário triturar esse material, para que o arado de disco não apresente problemas de embuchamento. Enfim, consegue-se boa penetração do arado, quando a umidade do solo é adequa-

da, a regulagem do arado está correta e não há excesso de resíduos vegetais na superfície do terreno. Como no caso da grade aradora, quando se faz a aração sempre a uma mesma profundidade, há o aparecimento de uma camada compactada (pé-de-arado) abaixo da zona revolvida pelo arado.

Arado de aiveca

A procura por esse equipamento não é grande, embora ele apresente algumas vantagens: é eficiente na descompactação, porque penetra à profundidade de até 40 cm, controla melhor as invasoras e enterra restos vegetais e sementes. Suas desvantagens são: dificuldade para trabalhar em áreas onde existam muitos tocos e raízes, embora a indústria venha trabalhando para dotá-lo de mecanismo que reduza essa limitação, e menor adaptabilidade a diferentes solos. Para os solos pegajosos, o mais recomendado é o arado de aiveca com telha tombadora recortada. Para os de textura média, o arado com telha inteiriça ou lisa é mais apropriado, embora deixe muito pouco resíduo vegetal na superfície. Demanda, ainda, maior potência na tração para realizar aração profunda, o que, de certa forma, aumenta os riscos de compactação, devido ao peso dos tratores empregados. Segundo Kluthcouski et al. (1988), os arados devem ser regulados para operar a uma profundidade de 25 a 35 cm, visando eliminar camadas compactadas localizadas superficialmente e favorecer o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Recomendam, ainda, a utilização da grade para incorporar os resíduos vegetais com uma antecedência de 10 a 15 dias em relação à aração, e uma aração com arado de disco ou de aiveca como método mais adequado para a cultura do feijoeiro.

Arado escarificador

Sua principal característica é de, no preparo, somente tornar o solo mais frouxo, sem revolvê-lo muito e sem causar compactação, trabalhando até a profundidade de 40 cm e, quando dotado de rolo destorroador/nivelador, dispensar a gradagem. É de grande eficiência na descompactação do

solo e deve ser empregado quando este apresentar-se mais seco, entretanto, dentro da faixa de friabilidade (30% a 40% da capacidade de campo), para que não haja formação de grande quantidade de torrões grandes. Apresenta bom rendimento e proporciona bom desenvolvimento radicular e facilidade para a infiltração de água. O diferencial entre esse equipamento e aqueles de preparo convencional reside no fato de o escarificador possibilitar que grande parte dos resíduos vegetais continue sobre a superfície do solo. Como desvantagens ele pode apresentar, em áreas onde há muitos tocos e raízes, um trabalho de pior qualidade, mesmo com equipamentos dotados de mecanismos de desarme automático, embora terrenos com essas características sejam raros para a prática de agricultura irrigada. Quando existe uma massa vegetal muito densa, que é o caso da agricultura irrigada, pode ocorrer embuchamento do equipamento, inclusive naqueles dotados de disco de corte de palha. Nessa situação, deve-se dedicar maior atenção às operações que antecedem a aração, como cuidar para que os resíduos vegetais estejam uniformemente distribuídos e secos, pois, caso estejam apenas murchos, a operação de corte é prejudicada, aumentam-se os riscos de embuchamento e a qualidade do plantio diminui. Como este arado não inverte a camada superficial do solo, haverá uma pronta emergência de plantas daninhas. Portanto, deve haver um perfeito conhecimento para uso de herbicidas no momento adequado.

Sistema Plantio Direto (SPD)

Trinta anos após sua introdução em território nacional, o SPD consolidou-se como uma tecnologia conservacionista largamente aceita pelos agricultores. Está fundamentado na mobilização mínima do solo, numa faixa estreita da superfície do terreno para o plantio, na manutenção de palhada sobre o solo, no controle químico de plantas daninhas e na necessidade da sucessão e rotação de culturas. Requer cuidados na sua implantação, mas, depois de estabele-

cido, seus benefícios estendem-se não apenas ao solo e, conseqüentemente, ao rendimento das culturas e à competitividade dos sistemas agropecuários, mas também, devido à drástica diminuição da erosão, à redução do potencial de contaminação do meio ambiente. Este sistema dá ao agricultor maior garantia de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada em comparação com os métodos tradicionais de manejo de solo. Por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o SPD é uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade agropecuária.

Iniciado no Paraná e no Rio Grande do Sul, em 1970, e com o processo de adoção pelos agricultores a partir de 1976, o SPD está, hoje, sendo adotado e adaptado em quase todas as regiões do Brasil. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (2004), na safra 1990/1991, apenas 1 milhão de hectares eram cultivados com este sistema. Dois anos depois, em 1992/1993, a área dobrou e, em 1994, atingia três milhões de hectares. Hoje são cerca de 18 milhões de hectares expandindo-se em todo o território nacional, incluindo grandes, médios e pequenos produtores e, dentre estes, os que utilizam tração animal. O Rio Grande do Sul, o Paraná e a região dos Cerrados são os locais de maior expansão dessa técnica, que hoje é aplicada não só nas culturas de soja e milho, mas também de feijão, arroz, trigo, cana-de-açúcar e pastagens, além das aplicações de pré-plantio para florestas, citros e café.

Fundamentos do SPD

O plantio direto, definido como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra, é hoje entendido como um sistema com os seguintes fundamentos que interagem entre si:

- a) eliminação/redução das operações de preparo do solo: como resultado, há maior manutenção da estabilidade

de agregados, o que melhora a estrutura do solo, evita compactação, melhora a taxa de infiltração da água e mantém a umidade, melhora o arejamento e a atividade biológica do solo, além de manter nele a matéria orgânica;

- b) uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas: usar herbicidas dessecantes significa substituir a energia mecânica do preparo do solo (óleo diesel, que é não-renovável), pela energia química. É fundamental o uso de métodos integrados de controle de plantas daninhas, que explorem culturas de cobertura, rotação de culturas e herbicidas específicos;
- c) formação da cobertura morta: protege o solo contra a ação de ventos e o impacto das gotas d'água, reduz o escoamento superficial e a erosão; protege o solo contra o efeito de raios solares, o que reduz a evaporação, a temperatura e a amplitude térmica; aumenta a matéria orgânica do solo, necessária a uma atividade microbiana mais rica, que permite maior reciclagem de nutrientes. Além disso, auxilia no controle de plantas daninhas, pela supressão ou efeito alelopático;
- d) rotação de culturas: a combinação de espécies com diferentes exigências nutricionais, produção de fitomassa e sistema radicular torna o sistema mais eficiente, além de facilitar o controle integrado de pragas, doenças e plantas daninhas;
- e) uso de semeadoras específicas: para o plantio em solo não-revolvido, é natural que exista maior resistência, devido à presença da palha sobre a superfície e ao rompimento do solo para a abertura dos sulcos. Em razão disso, há necessidade de utilizar semeadoras especialmente desenvolvidas para trabalhar nessas condi-

ções. Elas são equipadas com dispositivos especiais de corte de palha e de abertura de sulcos, onde são depositados os adubos e as sementes, deixando o máximo de palha sobre o solo.

Requisitos básicos para o SPD

O sucesso ou insucesso da implantação do SPD depende, além dos requisitos básicos, da capacidade do produtor e de sua experiência na mecanização agrícola e no manejo de diferentes culturas que farão parte dos sistemas de rotação e/ou sucessão de culturas, que envolve, muitas vezes, agricultura e pecuária e, em algumas áreas, o manejo de plantas daninhas com uso de herbicidas. Nos últimos anos, tem sido comum produtores não muito experientes, motivados pelo sucesso do SPD, implantarem-no sem obedecer os requisitos básicos, alegando que isso implicaria em atraso. Ocorre que a não observância de alguns dos princípios básicos compromete a viabilidade técnica e econômica, gera frustrações e, muitas vezes, implica no abandono do SPD antes que ele possa manifestar todo o seu potencial. Assim, é prudente que o produtor inicie o sistema em pequenas áreas, para melhor entendimento e domínio da tecnologia.

- a) qualificação do agricultor: por se tratar de um sistema complexo, exige que o agricultor tenha conhecimento mais amplo e domínio de todas as fases do sistema, envolvendo o manejo de mais de uma cultura e, muitas vezes, associação de agricultura e pecuária. O sistema exige, ainda, um acompanhamento mais rígido da dinâmica de pragas, doenças e plantas daninhas, do manejo de fertilizantes e das modificações causadas ao ambiente;
- b) gerenciamento e treinamento de mão-de-obra: pelas razões já expostas, há necessidade de maior treinamento de mão-de-obra;

- c) boa drenagem de solos úmidos com lençol freático elevado: necessária para que esses solos sejam aptos ao sistema, pois o plantio direto já promove aumento da água no solo (em consequência de menor escoamento superficial, de maior infiltração e de menor evaporação). Isto poderá agravar o problema de excesso de umidade em solos com drenagem deficiente, principalmente em solos “pesados”, em razão da quantidade de argila, onde temperaturas mais frias podem afetar a germinação e a emergência de plântulas. No Brasil, baixas temperaturas do solo dificilmente constituirão um problema;
- d) eliminação, antes da implantação, de compactação ou de camadas adensadas: a presença de camadas compactadas no solo, geralmente resultantes do uso inadequado de arados ou grade aradora, após sucessivos anos, sempre a uma mesma profundidade, causa uma série de problemas: redução da infiltração de água no solo, favorecendo o escoamento superficial e a erosão; concentração do sistema radicular nas camadas superficiais do solo, reduzindo o volume de solos explorado pelas raízes, tanto em termos de nutrição das plantas quanto de absorção de umidade, o que torna as plantas mais suscetíveis aos veranicos, reduzindo sua produtividade. Como o plantio direto não elimina essas camadas, esse trabalho deve ser realizado antes da implantação do sistema;
- e) superfície do terreno deve estar nivelada: solos cheios de sulcos ou valetas devem ser preparados previamente, tornando a superfície do terreno a mais nivelada possível. O problema é muito comum em áreas de pastagens degradadas. Existem no mercado plantadoras com sistema de plantio que permite acompanhar o microrrelevo do solo, entretanto,

o ideal é o nivelamento prévio da área;

- f) correção da acidez do solo antes de iniciar o plantio direto: como no SPD o solo não será revolvido, é importante corrigi-lo quimicamente, tanto na camada superficial como na subsuperficial. Para isso, ele deverá ser amostrado de 0-20 e de 20-40 cm e, se necessário, efetuar a calagem, incorporando o calcário o mais profundo possível. Se for conveniente, fazer aplicação de gesso. O uso do calcário na superfície do solo tem sido efetivo e traz vantagens econômicas (menor custo da aplicação do calcário sem incorporação por meio da aração e gradagens) e de conservação do solo, pois, sem o revolvimento, sua estrutura física é mantida, o que é fundamental no controle da erosão, principalmente em solos arenosos;
- g) níveis de fertilidade devem-se situar na faixa de média a alta: a correção dos teores de fósforo e potássio é necessária antes de iniciar o SPD. Na realidade, o agricultor deve manter, como meta, os níveis de fertilidade na faixa alta e estabelecer um programa de adubação de reposição, considerando o sistema como um todo e as menores perdas de nutrientes resultantes da menor erosão;
- h) restos de cultura na superfície devem cobrir, pelo menos, 50% do solo, ou 6 t/ha de matéria seca para cobertura do solo: provavelmente, este é um dos requisitos mais importantes para o sucesso do SPD, por afetar praticamente todas as modificações que o sistema promove. As opções de palhadas e a sua permanência sobre o solo variam entre diferentes regiões, pois dependem das condições climáticas de cada local;
- i) jamais queimar os restos de cultura: este requisito é claro, mas pode ser

um problema para a cultura do algodão, pois, por razões fitossanitárias, o produtor é obrigado a queimar os restos de cultura. A diversificação das culturas no sistema agrícola é a maneira adequada de contornar esse problema;

- j) uso do picador e distribuidor de palhas nas colhedoras: o objetivo dessa prática é promover a melhor distribuição dos restos de cultura na superfície do solo, conferindo-lhe maior proteção e facilitando o plantio;
- k) eliminação de plantas daninhas perenes: são de difícil controle e tendem a aumentar sua infestação com o uso do SPD. É importante que elas sejam erradicadas no início da implantação do sistema;
- l) baixa infestação de plantas daninhas muito agressivas: essas plantas daninhas, além de difícil controle, oneram o custo da produção;
- m) plantas daninhas devem ser identificadas e receber controle específico, antes da implantação do SPD: no plantio direto, as plantas daninhas são controladas sem o uso de processos mecânicos e seu custo representa um alto percentual do custo total de produção. Portanto, toda ação que reduzir ou facilitar o controle dessas plantas, antes da instalação do SPD, deve ser adotada.

Rotação de culturas

Na implantação e condução do SPD de maneira eficiente, 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 t/ha de matéria seca. Como segurança, devem ser adotados sistemas de rotação que produzam, em média, 6 t/ha/ano, ou mais, de matéria seca. Neste caso, a soja contribui com muito pouco, raramente ultrapassa 2,5 t/ha de massa seca (RUEDELL,

1998). No início do SPD, é importante priorizar a cobertura do solo, principalmente se as áreas apresentarem certo grau de degradação. Para isso, onde for possível, as culturas de milho e de aveia integradas e de forma planejada no sistema de rotação proporcionam alto potencial de produção de fitomassa de elevada relação C/N, e garantem a manutenção de cobertura do solo, dentro da quantidade mínima preconizada e por maior tempo de permanência na superfície. Também as braquiárias apresentam essas condições e representam uma excelente alternativa em áreas de integração lavoura-pecuária.

A rotação de culturas é fundamental para a sustentabilidade do SPD. Quando se pensa em sistemas de rotação, deve-se considerar o ciclo completo da rotação. Uma cultura que entra no sistema não deve ser avaliada isoladamente, pois, além do retorno econômico direto, deve-se considerar o retorno indireto, isto é, os benefícios gerados às culturas complementares (reciclagem de nutrientes, produção de fitomassa, controle de doenças, pragas e plantas daninhas, aumento no rendimento de grãos, melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo).

Existem vários sistemas de rotação de cultura em SPD, que envolvem a cultura do feijão, para diferentes regiões do Brasil. Suzuki et al. (2002) verificaram que, após quatro anos de manejo com diferentes sucessões de cultura, não houve influência dos resíduos das plantas de milho, soja ou algodão, em cobertura, na produção de grãos de feijão de inverno. Verificaram ainda maior rendimento no SPD, em que as sucessões com soja e algodão foram melhores para o rendimento do feijão. No preparo convencional, o feijão plantado após o algodão foi a melhor opção. Plastino et al. (2000) não constataram efeito significativo da rotação, ao utilizarem milho, soja, arroz, e da adubação verde ou pousio no verão sobre o rendimento de duas cultivares de feijão plantadas em SPD no outono-inverno. Após seis anos de estudo, foi verificado que a rotação de culturas teve

efeito significativo sobre o rendimento do feijoeiro, tendo a rotação arroz consorciado com calopogônio propiciado os maiores rendimentos para aquela cultura nos seis anos de cultivo, mostrando que o adubo verde cultivado anteriormente foi benéfico a ela. Os rendimentos do feijoeiro, após o arroz, foram iguais aos rendimentos da rotação anterior em quatro dos seis anos de estudo. Na rotação soja-trigo-soja-feijão-arroz-feijão, observou-se que, quando o feijão foi semeado após um ano de ausência no cultivo anterior de inverno (cultivos de inverno de 1994 e 1997, quando foi cultivado trigo), seus rendimentos foram iguais ao melhor tratamento, mostrando que o cultivo do feijoeiro em intervalos maiores é benéfico. De modo geral, os piores rendimentos do feijoeiro foram alcançados na rotação milho-feijão e milho-feijão-milho-feijão-arroz-feijão. A menor produtividade do feijoeiro após o milho pode ser atribuída, em parte, à deficiência de nitrogênio, devido à maior competição dos microrganismos para o nutriente, durante a decomposição da palhada de milho (SILVEIRA, 2001). Segundo este autor, já foi observada, em feijoeiros cultivados em sucessão ao milho, clorose semelhante àquela desenvolvida por deficiência de nitrogênio e menores conteúdos de nitrogênio na planta, em relação à sucessão ao arroz. O menor rendimento de grãos de feijão, verificado na sucessão com milho, foi também observado por Carvalho (2000), que o relacionou à alta relação C/N nos restos da cultura de milho. Ele observou, ainda, que, nos tratamentos anteriores com milho, a cultura do feijoeiro apresentava amarelecimento proveniente de deficiência de nitrogênio, efeito imediato da aplicação de material orgânico com larga relação C/N sobre a imobilização do nitrogênio assimilável do solo. Pereira Filho et al. (1996) não observaram efeito de nível de palhada de milho (0, 4 e 8 t/ha), plantado em outubro, sobre o rendimento do feijoeiro plantado em fevereiro. Esses autores não verificaram diferença de rendimento entre o SPD e o sistema convencional de preparo do solo: encontraram crescimento linear

na produtividade do feijoeiro com o aumento das doses de nitrogênio.

Dinâmica de plantas daninhas

Os sistemas de manejo que apresentam diferentes graus de mobilização do solo e a presença de diferentes tipos de restos de cultura na superfície podem modificar a biomassa, a densidade de indivíduos e a composição botânica de plantas daninhas. Souza et al. (2002) verificaram que o tratamento de grade pesada, mais arado de disco, apresentou biomassa seca acumulada superior aos demais tratamentos e as parcelas com arado de disco apresentaram acúmulo de biomassa superior ao do SPD. Falleiro et al. (2002) verificaram que os sistemas de manejo do solo apresentaram as seguintes médias estimadas de biomassa seca total (g/m^2) e densidade de indivíduos (plantas/ m^2), respectivamente: SPD (217,85 e 78,95), arado de disco (413,57 e 418,25), arado de aiveca (388,86 e 698,25), grade pesada (377,78 e 306,00), grade pesada + arado de disco (734,38 e 589,00) e grade pesada + arado de aiveca (313,15 e 449,75). Em plantio de feijão cultivado após milho para produção de grãos ou silagem, verificou-se que, no SPD, as espécies dicotiledôneas foram mais importantes, principalmente *Coronopus didymus*, e que no plantio convencional houve maior densidade, frequência e acúmulo de biomassa de *Cyperus rotundus*, independentemente da finalidade de uso anterior da cultura do milho (JAKELAITIS et al., 2002).

A semeadura de feijão em áreas com plantas espontâneas de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e braquiária (*B. decumbens*) é prática comum no Brasil, sendo que essas plantas, após dessecadas, podem constituir uma importante cobertura para o SPD. Lollato et al. (2002) avaliaram o efeito de 2, 4 e 8 t/ha dos dois capins e concluíram que suas coberturas de palha seca podem ser utilizadas com êxito no plantio direto de feijão e que, em maiores quantidades, podem aumentar a produção de sementes. No plantio do feijão, a maior quantidade de cobertura morta contribuiu para a menor

emergência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro no inverno, indicando uma quebra no ciclo das plantas daninhas, diminuindo sua incidência (COBUCCI et al., 2001).

Modificações causadas pelo plantio direto

Por ser um sistema que não revolve o solo e por estar fundamentado na presença de restos de cultura sobre a superfície e em sistemas de rotação de culturas, uma série de modificações ocorre no ambiente do solo e afeta o desenvolvimento e a produtividade das culturas.

a) características físicas

Como as características físicas do solo são interdependentes, a ocorrência de modificações em uma delas normalmente acarreta mudança em todas as outras. Uma das primeiras preocupações, quando se trata do manejo do solo, é sua influência na absorção e disponibilidade de água, pois o estado em que se encontra a superfície do solo exerce grande influência na infiltração, drenagem e escoamento superficial. A crosta que se forma nessa superfície durante chuvas intensas tem efeito maior na absorção de água que o tipo de solo, a declividade do terreno ou o seu conteúdo de umidade. O escoamento superficial depende da infiltração de água no solo e, conseqüentemente, de todos os fatores que a influenciam. Em geral, ele é menos influenciado do que as perdas de solo pelo tipo de preparo (BERTOL et al., 2000). Segundo estes autores, o escoamento superficial pode ser expressivo, mesmo sem preparo do solo, especialmente quando for submetido a chuvas de alta erosividade e, principalmente, longos comprimentos de rampa e/ou declividades acentuadas, onde os resíduos de cultura podem ser removidos da superfície do solo pelo escoamento. O Quadro 3 exemplifica o efeito de restos de cultura no escoamento superficial, infiltração e perdas de solo.

A cobertura vegetal (viva ou morta) tem efeito na interceptação das gotas de água, dissipando sua energia cinética, porque

QUADRO 3 - Efeito de diferentes quantidades de resíduos de cultura no escoamento superficial, infiltração e perda de solo, em declividade de 5%

Resíduos t/ha	Efeitos sobre a água e o solo		
	Escoamento (%)	Infiltração (%)	Perda de solo (%)
0	45,3	54,7	13,69
0,550	24,3	74,7	1,56
1,102	0,5	99,5	0,33
2,205	0,1	99,9	0
4,410	0	100,0	0

FONTE: Ramos (1976 apud RUEDELL, 1998).

evita o impacto direto sobre a superfície do solo, reduzindo a desagregação de suas partículas, que é a fase inicial do processo erosivo. Além disso, ela reduz a velocidade do escoamento das enxurradas e melhora ou mantém a capacidade de infiltração de água no solo. Reduz também o efeito da desagregação do solo e evita o selamento superficial provocado pela obstrução dos poros com as partículas finas desagregadas. Exemplificando essa situação, dados de Derpsch et al. (1986 apud CASTRO, 1989) mostram, com curvas de infiltração obtidas com chuva simulada, que a infiltração básica para o plantio direto foi de 45 mm/h (100%), para o preparo com arado escarificador, foi de 35 mm/h (78%) e para o preparo convencional, somente 26 mm/h (58%). Por isso, o solo deveria permanecer sempre completamente coberto por restos vegetais. A infiltração total de água, em condições de altas precipitações pluviais só é garantida por 100% de cobertura do solo. Para tanto, são necessárias de 4 a 6 t/ha de cobertura morta (DERPSCH et al., 1991). Para uma mesma quantidade de água perdida por escoamento, o transporte de solo pela água é muito menor no SPD do que no sistema convencional. Entretanto, alguns casos de erosão significativa têm sido observados em área de plantio direto, devido à baixa cobertura do solo com resíduos, à

retirada do sistema de terraceamento e ao plantio sem obedecer às curvas de nível.

Vale lembrar que o excesso de palha poderá causar algum problema operacional durante o plantio, na emergência das plântulas, e irá requerer maior atenção com a adubação nitrogenada, devido à imobilização desse nutriente pelos microrganismos, a qual causa deficiência às plantas. O escoamento superficial de água é fortemente influenciado pelo declive, ou seja, a probabilidade de haver erosão cresce com o aumento da declividade do terreno, existindo, assim, um comprimento crítico do declive a partir do qual a erosão hídrica aumenta. Faz-se necessário, portanto, interceptar o escoamento, para que o fenômeno da erosão seja minimizado. A maneira mais eficaz é o seccionamento do comprimento do declive, pela construção de um sistema de terraceamento. Embora sua eficiência seja inegável, deve-se ter em mente que terraço não é sinônimo de conservação do solo, por isso, deve ser sempre empregado em associação com outras técnicas de manejo e de conservação do solo e da água, com vistas a que o sistema seja o mais sustentável possível. Há uma corrente que defende a retirada dos terraços no SPD, entretanto, em alguns casos, essa prática tem causado o retorno da erosão, principalmente em áreas com solos de textura média. Bertol et al. (1997) demonstraram a necessidade de manutenção dessas estruturas mesmo em áreas sob SPD, como forma de minimizar os prejuízos advindos da erosão, pois, a partir de determinado comprimento de declive, o volume da enxurrada aumenta e passa a escorrer por debaixo da camada de resíduos, erodindo o solo.

Os dois principais tipos de terraços que se têm usado em terras agricultáveis são o de base larga e o de base estreita. Eles podem, ainda, ser construídos em nível, também chamados terraços de armazenamento de água. Em solos com baixa taxa de infiltração de água, o tipo de terraço indicado é com gradiente, para drenar o excesso de água que será conduzido para canais escoadouros naturais, artificiais ou para

bacias de contenção, armazenamento e infiltração. Especialmente em áreas com agricultura irrigada, o terraço de base larga apresenta algumas vantagens sobre o de base estreita. A primeira delas é a de que não constitui obstáculo ao tráfego, pois pode-se transitar e plantar sobre ele, o que elimina muitas manobras de veículos e máquinas sobre a área. Essa racionalização no tráfego reduz a compactação superficial e, por conseguinte, a erosão. Também diminui o consumo de combustível, melhora o rendimento das operações realizadas nas diversas fases das culturas e ganha-se tempo em todas as etapas. Outra vantagem é que há o aproveitamento de 100% da área agrícola. Atualmente, programas para computadores têm possibilitado dimensionar e otimizar a implantação e o manejo de sistemas de conservação de solos e de drenagem de superfície, constituindo-se, dessa forma, em poderoso aliado para o planejamento conservacionista e, conseqüentemente, para o próprio desenvolvimento sustentável da agricultura. Tradicionalmente, o espaçamento entre terraços é feito com o uso de tabelas. Entretanto, é importante salientar que o sistema de manejo do solo, a seqüência de culturas e as características locais de relevo e de solo podem interferir no sistema de terraceamento. Nunca é demais lembrar que o sistema de terraceamento não resolve o problema da erosão na faixa de plantio entre eles. Nesse caso, é necessário que outras tecnologias de manejo de solo, de água e de plantas sejam associadas, para que esses problemas sejam minimizados.

- densidade do solo e porosidade:

Comparado com o preparo convencional, embora os valores da densidade do solo sejam maiores no SPD, há uma maior homogeneidade ao longo do perfil. No sistema convencional, os valores da densidade são menores na camada arável, mas podem-se verificar valores maiores logo abaixo, caracterizando a presença de pé-de-arado ou pé-de-grade. Por outro lado, o uso excessivo de máquinas sobre áreas de

plantio direto em solo com teor de umidade inadequado pode agravar os problemas de aumento da densidade global. Esse problema é mais sério em solos argilosos. Embora os maiores valores de densidade global e baixo volume de macroporos do plantio direto, em relação ao convencional, sejam características que poderiam limitar a infiltração, outras características, como o não-revolvimento do solo, a continuidade dos macroporos e dos canalículos construídos pela mesofauna, a maior estabilidade de agregados e os efeitos da cobertura morta, que reduzem ou eliminam o efeito de selamento superficial do solo e o escoamento superficial, acabam promovendo maior infiltração de água no solo sob SPD.

Tem-se observado maior compactação do solo nos primeiros anos após a implantação do SPD. Esse efeito pode mesmo afetar o rendimento de culturas mais sensíveis, como a do algodão. Entretanto, o efeito nocivo da compactação desaparece, à medida que o plantio direto se estabelece adequadamente. É de se esperar que, em áreas sob SPD, onde se observam os princípios básicos de sua implantação, principalmente com relação ao estabelecimento de cobertura morta adequada e a eliminação prévia de camadas compactadas, o efeito da compactação seja menor e desapareça mais rapidamente.

- estabilidade de agregados:

Outra importante característica do SPD é o aumento da estabilidade de agregados, o que confere maior resistência à desagregação pelo impacto das gotas de chuva e, conseqüentemente, menores problemas com a formação de selamento superficial, resultando em maior infiltração e menor erosão. Segundo Vieira (1985), a maior estabilidade de agregados no SPD, em comparação com o preparo convencional, pode ser explicada pelas razões a seguir:

- a destruição mecânica dos agregados no preparo convencional, por meio do revolvimento pelos implementos, geralmente mais de uma vez por ano, debilitaria a estrutura do solo;

- uma maior concentração de cátions como Ca^{++} e Mg^{++} próxima à superfície do solo sob SPD poderia afetar positivamente a estrutura;
- a presença constante de material orgânico em decomposição na superfície do solo favoreceria a agregação do solo, sobretudo na camada de 0 a 2 cm;
- a cobertura morta, que evita o impacto direto das gotas de chuva, protegeria a estrutura superficial do solo;
- com a maior densidade global no SPD, os agregados tornar-se-iam mais resistentes à desagregação;
- uma maior população de minhocas no SPD produz coprólitos que formam agregados de alta estabilidade.

- *temperatura do solo:*

A temperatura do solo exerce influência sobre as plantas o que promove variações na velocidade de germinação das sementes, na emergência de plântulas, na absorção de água e nutrientes e no desenvolvimento radicular. É alterada pelo SPD, considerando que é afetada pela radiação solar, propriedades físicas, conteúdo de água no perfil, condutividade térmica e cobertura do solo. Devido à camada de cobertura morta, ocorrem no SPD menores oscilações de temperaturas, menores temperaturas ao longo do dia e temperaturas inferiores durante o ciclo das culturas. Além do desenvolvimento de plantas, o balanço hídrico e a temperatura do solo têm grande influência na atividade biológica do solo. Temperaturas acima de 32°C podem afetar a fixação de N_2 pela associação feijoeiro x rizóbio.

b) fertilidade do solo

No SPD, o aporte constante de restos de cultura na superfície do solo, o não-revolvimento dele e o uso de fertilizantes e corretivos resultam na formação de um gradiente de fertilidade no sentido vertical e maior variabilidade no sentido horizontal,

pelos linhas de adubações, principalmente na fase de implantação do sistema.

c) atividade biológica

O conteúdo de matéria orgânica do solo tem sido considerado há muito tempo como um dos mais importantes condicionantes da produtividade das culturas. A matéria orgânica disponibiliza nutrientes às plantas, melhora a estrutura do solo, influencia as relações entre água, ar, resistência mecânica e temperatura do solo, auxilia no controle de erosão e melhora o desempenho dos equipamentos de preparo do solo. A disponibilidade de matéria orgânica é fundamental para a vida microbiana do solo, pois é dela que a maioria dos organismos obtém a energia e os elementos minerais e orgânicos para a realização de seus processos vitais. Mesmo partindo-se de produção de iguais quantidades de restos de cultura, o fato de, no SPD, os restos de cultura ficarem na superfície do solo, enquanto são enterrados no preparo convencional, resulta em diferentes taxas de decomposição do material vegetal. Ao se fazer a incorporação dos restos de cultura no preparo do solo, o arejamento é favorecido, o que, concomitantemente com a introdução de resíduos vegetais, acelera a atividade microbiana e, conseqüentemente, a sua decomposição. Por outro lado, no SPD, a terra mantém-se não revolvida e os resíduos ficam na superfície, o que reduz o contato com os microrganismos e, por isso, a taxa de decomposição é menor. Assim, em iguais circunstâncias, o teor de matéria orgânica é maior em áreas com SPD, comparado com áreas preparadas convencionalmente e isso corresponde a uma atividade microbiana mais elevada.

O SPD, pela ação da cobertura morta na superfície do solo, mantém o teor de umidade mais constante, sendo menos freqüentes os ciclos de umedecimento e secagem do solo. Por outro lado, o revolvimento do solo pela aração e gradagem causa grandes modificações nas populações microbianas, pois os microrganismos que se encontram em maiores profundidades

são trazidos para a superfície nua do solo e, não suportando a exposição às amplitudes térmicas e alternâncias de umidade, morrem. No preparo convencional, a aeração provocada pela aração e gradagem e a incorporação maciça dos resíduos orgânicos incrementam a atividade temporária dos microrganismos que logo decresce, quando os resíduos são consumidos. No SPD, a decomposição é mais lenta, mantendo a população microbiana mais constante. Uma das principais conseqüências desse aspecto é o efeito do SPD sobre a simbiose rizóbio e leguminosas.

d) ocorrência de pragas

No preparo convencional do solo, a aração e a gradagem, além de controlarem plantas daninhas, têm também o objetivo de eliminar ou minimizar problemas causados por certas pragas que passam, pelo menos, uma parte de seu ciclo biológico no solo ou na sua superfície. Para o SPD, as pragas conhecidas de hábito subterrâneo são as mais importantes. Por causa da ausência de preparo do solo, desenvolvem-se grupos de pragas com ciclo biológico mais longo e a bioecologia dessas pragas difere substancialmente daquela do sistema convencional de plantio. A maioria dos insetos subterrâneos considerados pragas utiliza como hospedeiros culturas como milho, soja, trigo, arroz, feijão, usualmente componentes do SPD. Vários grupos de insetos danificam as sementes após o plantio ou atacam o sistema radicular dessas culturas. Geralmente, o ataque acarreta falhas nas lavouras e as plantas sobreviventes tornam-se improdutivas ou aumentam as perdas na colheita, devido ao tombamento ou danos causados às sementes e ao sistema radicular.

Tem sido relatada grande ocorrência de lesmas em plantios de feijão irrigado no período de janeiro a março, especialmente no SPD, quando o feijoeiro é plantado após o milho. Há indicações de que o problema pode ser reduzido, quando a palhada da cultura anterior produzir em sua decomposição mais celulose/lignina que carboidratos.

e) ocorrência de doenças

Os efeitos do SPD sobre a ocorrência de doenças, no Brasil, ainda são pouco estudados. Sabe-se que os restos de cultura mantidos sobre a superfície do solo servem como fonte de nutrientes e abrigo para a sobrevivência, crescimento e reprodução de organismos patogênicos. Em alguns casos, a intensidade de doenças é maior no SPD. Em outros, a presença de inóculo na palha não significa necessariamente desenvolvimento de epidemias. As consequências são mais nocivas se um sistema adequado de rotação de culturas não for estabelecido. No caso de patógenos veiculados pelo vento, uma lavoura pode sofrer influência de restos de cultura de áreas adjacentes.

A severidade de doenças como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) tem aumentado na região do Cerrado, onde sistemas de produção, que envolvem seqüências de culturas suscetíveis, como feijão, ervilha ou tomate, no inverno e soja, no verão, passaram a ser adotados, com a irrigação que propicia condições favoráveis de umidade para o desenvolvimento da doença. Segundo Nasser e Karl (1998), o plantio direto de feijão sobre palhada de arroz ou milho reduziu o ataque de *S. sclerotiorum*, o que parece estar relacionado com a umidade, a temperatura e a maior atividade biológica de inimigos naturais do fungo.

No Sistema Santa Fé, cultivam-se, seqüencialmente, uma ou duas culturas solteiras por ano e uma última, a safrinha, que consiste em um consórcio de uma cultura precoce com uma gramínea forrageira. A exploração agrícola, nessas condições, caracteriza-se por um cultivo solteiro no início da estação chuvosa, seja de milho, seja soja ou arroz, e um cultivo de safrinha associada a uma forrageira, comumente a *Brachiaria brizantha* (OLIVEIRA et al., 2001). Geralmente, utiliza-se como cultura de safrinha o milho, o sorgo ou o milheto, também em plantio direto. Como resultado, tem-se, a partir do segundo ano ou mais de cultivo, solos agricultáveis corrigidos, com altos níveis de fertilidade e fisicamente estruturados. Essas áreas, inicialmente de

fertilidade comprometida, passam a apresentar altos teores de matéria orgânica, baixos níveis de acidez e elevada infiltração de água no solo em relação às áreas, onde ainda se utilizam práticas tradicionais de cultivo. Outro enfoque do Sistema Santa Fé é sua implantação anual, que consiste em cultivo consorciado de culturas anuais como milho, sorgo, milheto, arroz de terras altas e soja, com espécies forrageiras, principalmente as braquiárias, em áreas agrícolas, em solos parcial ou devidamente corrigidos. As práticas que compõem o sistema minimizam a competição precoce da forrageira, o que evita redução do rendimento das culturas anuais e permite, após a colheita destas, uma produção forrageira abundante e de alta qualidade para a alimentação animal. A braquiária, em consórcio com o milho, pode ser utilizada posteriormente como palhada e, através dos anos, ou com seu uso contínuo, pode induzir supressividade geral de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* ou

servir como barreira física à disseminação do mofo-branco, quando essa doença for proveniente de ascósporos originários do inóculo no solo. Oliveira et al. (2001) ressaltam o uso de braquiárias em SPD, com menor incidência de mofo-branco e supressão de *R. solani* e *F. solani*.

f) desenvolvimento de plantas e produtividade

As diferenças na produtividade das culturas refletem, além do sistema de manejo do solo, todas as características do sistema de produção utilizado. Mais do que qualquer resultado de pesquisa, a espetacular expansão do SPD a partir dos anos 90 demonstra a competitividade desse sistema. Obviamente, sua maior eficiência, refletida em produtividade, vai depender da eficiência de sua implantação e das condições edafoclimáticas da região. O Quadro 4 mostra uma comparação entre os rendimentos obtidos com o SPD e o sistema convencional.

QUADRO 4 - Comparação de rendimento de feijão em SPD e sistemas convencionais (grade arado-ra, arado de disco ou combinação de ambos)

Fonte	Safras avaliadas	Plantio direto (kg/ha)	Plantio convencional (kg/ha)
Aidar et al. (2002)	1	2.762 A	1.506 B
Alvarenga (1996)	2	2.266 A	2.653 A
Arf et al. (2002)	1	1.809 A	1.891 A
Cruz et al. (1996)	7	1.888 A	1.581 B
Derpsch et al. (1991) (produção relativa)	3	100 %	103 %
Muzilli (1981)	3	1.535 A	1.478 A
Pereira Filho et al. (1996)	3	1.762 A	1.647 A
Rubin et al. (2002)	1	1.986 A	1.973 A
Santos et al. (2002)	1	1.077 A	1.107 A
Sequinatto et al. (2002)	1	2.399 A	2.288 A
Silva et al. (2002a)	1	2.520 A	2.430 A
Silva et al. (2002b)	2	1.782 B	1.830 A
Silveira (2001)	6	2.512 A	2.486 A
Suzuki e Alves (2002)	1	891 A	549 B
Média	30	1.990	1.866

NOTA: Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa.

O SPD na produção de feijão irrigado

O sistema de plantio de feijoeiro irrigado tornou-se popular nos anos 80, em regiões onde as temperaturas de inverno não ficam abaixo de 10°C. Nesse tipo de sistema, o feijoeiro é cultivado intensivamente, utilizando-se alto investimento, e a produtividade varia de 2,5 mil a 3 mil kg/ha. Após alguns anos, a produtividade tem declinado, mesmo com o aumento de insumos químicos. Essa queda é atribuída à compactação do solo, formação de pé-de-grade e perda de matéria orgânica, além de um aumento significativo da incidência de fungos e pragas. O começo da degradação do solo não é percebido pelos agricultores, porque ocorre de forma gradual, através de erosão laminar. O terraceamento e o cordão em contorno podem reduzir significativamente a erosão do solo. Mesmo assim, a erosão ocorre, devido à precipitação na estação chuvosa em solos sem vegetação ou sem cultura de cobertura. Entretanto, nos últimos anos, a semeadura direta do feijoeiro irrigado por aspersão vem tendo aceitação cada vez maior na região central do Brasil.

Os atributos positivos do SPD em relação aos preparos convencionais do solo são notórios, principalmente nos aspectos físico-hídricos deste, que indicam que o manejo da irrigação do feijoeiro pode ser diferenciado no SPD. O solo em SPD, geralmente, apresenta maiores valores de densidade e microporosidade e menores valores de porosidade total e macroporosidade nas camadas superficiais do perfil, quando comparado a outros sistemas de preparo. Tais condições sugerem baixos índices de infiltração. Contudo, no SPD, com a superfície do solo coberta por restos de cultura e maior rugosidade, associada à maior estabilidade estrutural, a infiltração da água é mais elevada que em outros sistemas de preparo, o que ocasiona menor perda por escoamento superficial. Outra característica hídrica importante do solo sob SPD refere-se à capacidade de armaze-

namento de água. Sob SPD ou em sistemas de preparo reduzido ocorre maior retenção de água pelo solo, principalmente em baixas tensões, o que pode ser atribuído às alterações sofridas na porosidade e ao maior conteúdo de matéria orgânica. Por outro lado, Derpsch et al. (1991) e Moreira et al. (1995) atribuem esse comportamento à maior quantidade de microporos encontrados no SPD.

A cobertura morta em SPD reduz as perdas de água por evaporação, como consequência de três aspectos:

- a) reduz a quantidade de radiação solar direta que atinge a superfície do solo, diminuindo a quantidade de energia disponível para a água mudar do estado líquido para o gasoso;
- b) a água em estado gasoso necessita difundir-se por meio da espessura da camada de restos de cultura, o que reduz substancialmente sua perda, quando comparado com as perdas de uma superfície de solo exposto;
- c) a camada de resíduos orgânicos atua como um isolante térmico, reduzindo a condução do calor para dentro do solo. Conseqüentemente, há maior disponibilidade de água para as plantas.

Verificou-se, também, que a dinâmica da água parece não se alterar muito, quando se mantém pelo menos 6 t ha⁻¹ de resíduos sobre a superfície do solo, o que significa economia no consumo de água para irrigação. Além da maior infiltração e menor perda por evaporação, a maior disponibilidade de água para as plantas no SPD também pode ser atribuída à modificação na curva característica da água no solo. Segundo Sidiras et al. (1983), o SPD é capaz de reter de 36% a 45% mais água disponível para as culturas.

Nos primeiros anos de implantação do SPD, o solo geralmente apresenta maior compactação na camada de 0 a 20 cm de pro-

fundidade, devido a sua maior densidade e a sua menor porosidade total e macroporosidade, quando comparado a outros sistemas de preparo. Quanto mais compactado o solo, menor será o volume do conjunto de poros existentes entre os agregados. Isto significa que o teor de água de saturação, bem como a redução inicial do conteúdo de água, como consequência da aplicação da tensão, são diminuídos. Por outro lado, em solos compactados, é maior o volume dos poros de tamanho intermediário, uma vez que poros originalmente grandes podem ter sido comprimidos e reduzidos em tamanho pela compactação, ao passo que os poros internos nos agregados, os microporos, permanecem inatingidos. Isto explica o fato de solos compactados e não compactados poderem apresentar curvas quase idênticas, sob condições de alta tensão. Com o passar do tempo, entretanto, a densidade do solo sob SPD pode vir a diminuir, devido, em parte, ao aumento do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial, que favorece a melhoria da estrutura do solo e pode modificar a sua capacidade de retenção de água. Urchei (1996) verificou que, sob SPD, há maior retenção de água na camada do solo de 0-10 cm de profundidade, do que sob preparo convencional. Nas camadas de 11-20 cm e 21-30 cm de profundidade, as curvas de retenção de água tiveram praticamente o mesmo comportamento nos dois sistemas de preparo do solo.

Moreira (1999) verificou que a produtividade máxima do feijoeiro no SPD ocorreu quando as irrigações foram realizadas com tensão de água do solo em torno de 16,2 kPa. Admitindo-se uma redução na produtividade de 10%, esse autor recomenda iniciar a irrigação, quando a tensão matricial da água do solo se situar entre -20 kPa e -35 kPa, o que aumenta o intervalo entre irrigações, com a consequente redução nos custos de operação do sistema de irrigação. Esse valor está na faixa de tensão da água do solo recomendada por Silveira e Stone (1994), para o reinício da irrigação

do feijoeiro, em condições de preparo convencional. Isso implica que, em condições idênticas de irrigação, no SPD poderá haver mais água disponível para as plantas e menor variação no seu conteúdo que em sistemas de preparo que revolvem o solo. Stone e Silveira (1999) verificaram que a tensão matricial da água do solo foi menor e menos variável ao longo do ciclo do feijoeiro em SPD do que em parcelas preparadas com grade aradora e com arado de aiveca. Outros detalhes sobre a eficiência no uso da água em SPD podem ser encontrados no artigo Irrigação.

A cobertura do solo é de extrema importância na determinação das vantagens do SPD em relação a outros preparos que mobilizam o solo. Verifica-se economia de água, quando a cobertura do solo é superior a 50%. Ressalta-se que o feijão, uma das principais culturas conduzidas sob irrigação, produz uma pequena quantidade de palha após a colheita. Por isso, é importante a presença do milho ou de culturas que apresentem maior produção de fitomassa em sucessão a culturas irrigadas, para que o plantio direto atinja maior eficiência.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I.P. de; SANTOS, A.B. dos. Manejo da palhada do arroz, para o cultivo do feijão-comum, em várzeas tropicais irrigadas por sub-irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.593-595.
- ALVARENGA, A. de P. **Respostas da planta e do solo ao plantio direto e convencional de sorgo e feijão, em sucessão a milho, soja e crotalária**. 1996. 162f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E. de; BUZZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lâminas de água em feijoeiro cultivado no período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.619-622.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; CASSOL, E.A. Distância entre terraços usando o comprimento crítico de rampa em dois preparos conservacionistas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.2, p.417-425, abr./jun. 2000.
- _____; _____. Comprimento crítico de declive em sistemas de preparo conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.139-148, jan./mar. 1997.
- CARVALHO, M.A.C. de. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. 2000. 189f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2000.
- CASTRO, O.M. de. **Preparo do solo para cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41p. (Fundação Cargill. Boletim Técnico, 3).
- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Aproveitando-se da planta daninha. **Cultivar**, Pelotas, v.3, n.27, p.26-30, 2001.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANS, L.M.A.; LEITE, C.E.P.; ALVARENGA, R.C.; SANTOS, N.C.L.N.; BAHIA, F.G.T.C. Avaliação de diferentes combinações de métodos de preparo do solo sobre a produção de milho e feijão irrigados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p.245.
- DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ/IAPAR, 1991. 272p. (GTZ. Sonderpublikation, 245).
- FALLEIRO, R. de M.; SOUZA, C.M. de; SILVA, A.A. da; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, C.S.W.; SOUZA, B. A. de. Influência dos sistemas de preparo do solo na composição botânica da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.475-478.
- FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Área de plantio direto no Brasil**. Ponta Grossa, 2004. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/area_PD_Brasil_2002.htm>. Acesso em: 19 abr. 2003.
- FIGUEIREDO, L.H.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; FERREIRA, M.M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.3, p. 487-493, jul./set. 2000.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. Efeitos de diferentes sistemas de manejo da cultura do milho sobre a população de tiririca e de outras plantas daninhas na cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.461-464.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; MESQUITA FILHO, M.V. de. Concentration of soybean roots in uppermost layers of cerrado soils of Brazil. **JARQ**, Ibaraki, v.18, n.4, p.260-276, Mar. 1985.
- KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J. (Coord.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.249-259.
- LOLLATO, M.A.; PARRA, M.S.; SHIOGA, P.S. Efeitos de coberturas do solo com capins marmelada e braquiária sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.610-611.
- MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.52-55, mar. 1987.
- _____; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Me-canização da cultura do milho**. Sete Lagoas:

- Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 24p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 11).
- MORAES, M.H.; LIBARDI, P.L.; BENEZ, S.H.; CARVALHO, W.A. Influência de camadas compactadas de subsuperfície no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 7., 1988, João Pessoa. **Programa e Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.90.
- MOREIRA, J.A.A.; SANTOS, A.B. dos; DINIZ, A.J. Relação massa/volume e retenção de água de um Latossolo Vermelho-Amarelo de Jussara, GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995. v.3, p.1746-1748.
- _____; _____. SILVA, S.C. da; SILVEIRA, P. M. da. **Irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 31p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 33).
- MUZILLI, O. Outras alternativas. In: IAPAR. **Plantio direto no estado do Paraná**. Londrina, 1981. p.211-214. (IAPAR. Circular Técnica, 23).
- NASSER, L.C.B.; KARL, A.C. Mofo branco do feijoeiro irrigado e o plantio direto nos cerrados. **Direito no cerrado**, Brasília, v.3, n.8, p.11-12, 1998.
- OLIVEIRA, I.P. de; ROSA, S.R.A. da; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COSTA, J.L. da. Palhada no Sistema Santa Fé. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.63, p.6-9, mar. 2001.
- PEREIRA FILHO, I.A.; COELHO, A.M.; CRUZ, J.C. Influência do manejo do solo, níveis de palha de milho e doses de nitrogênio no plantio e em cobertura sobre a produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1996, Ponta Grossa. **Resumos expandidos...** Ponta Grossa: IAPAR, 1996. p.34-35.
- PLASTINO, P.R.; SEIXAS, E.P.M. de; SÁ, M.E. de. Efeitos da rotação de cultura, adubação verde e adubo nitrogenado sobre a produção e qualidade das sementes em dois cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), Campeão 2 e Pérola em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO DA UNESP, 12., 2000, São José do Rio Preto. **Resumos...** São Paulo: UNESP, 2000. p.203.
- RUBIN, R.B.; CARLESSO, R.; SPOHR, R.B.; MELO, G.L.; CARDOSO, C.D.V. Crescimento de plantas de feijão irrigado cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2002. CD-ROM.
- 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. p.1-34.
- SANTOS, R.L.L. dos; CORRÊA, J.B.D.; ANDRADE, M.J.B. de. Produtividade de cultivares de feijão no plantio direto em diferentes coberturas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.626-628.
- SEQUINATTO, L.; SILVA, V.R. da; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; STRECK, C.A.; KAISER, D.R. Sistemas de preparo do solo, resistência mecânica à penetração, disponibilidade hídrica e rendimento do feijoeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2002. CD-ROM.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (oxisol). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.103-106, jan./abr. 1983.
- SILVA, C.S.W.; FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C. M. de; FAGUNDES, J.L.; SILVA, A.A. da; SEDIYAMA, C.S. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002a. p.564-565.
- SILVA, M.G. da; ARF, O.; SÁ, M.E. de; BUZZETTI, S.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B. da. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002b. p.612-614.
- SILVEIRA, P.M. da. **Preparo do solo e rotação de culturas para o feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 50).
- _____; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 46p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 27).
- SOUZA, B.A. de; FALLEIRO, R. de M.; SOUZA, C.M. de; SILVA, A.A. da; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, C.S.W. Influências dos sistemas de preparo do solo na comunidade de plantas daninhas da cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.455-457.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p. 83-91, jan. 1999.
- SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Influência de plantas de cobertura, preparo do solo e sucessão de culturas no rendimento de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em um latossolo vermelho de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2002. CD-ROM.
- URCHEI, M.A. **Efeitos de plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) sob irrigação**. 1996. 150f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.
- VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-179.



ORTHENE

PROTEJA SEU FEIJOEIRO COM ORTHENE

- QUALIDADE HOKKO
- FAIXA VERDE
- AMPLO ESPECTRO
- SELETIVIDADE

SIALEX

O MELHOR CONTROLE DO MOFO BRANCO

- PREVENTIVO E CURATIVO
- RÁPIDA ABSORÇÃO
- PRODUTO SISTÊMICO
- AMPLO ESPECTRO DE CONTROLE

ATENÇÃO Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo na bula e receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Consulte sempre um engenheiro agrônomo

Venda sob
receituário agrônomo



A Group Member
of
Arysta LifeScience Corporation

Métodos culturais

Clibas Vieira¹

Resumo - A cultura do feijão pode ser estabelecida em diferentes épocas do ano, dependendo da área produtora. Essas épocas de cultivo, de acordo com as datas de semeadura e colheita, são denominadas primavera-verão (plantio das “águas”), verão-outono (plantio da “seca”), outono-inverno e inverno-primavera, as duas últimas, obrigatoriamente, com irrigação. O espaçamento de plantio mais recomendado é o de 40 a 50 cm entre fileiras, com 10 a 15 sementes por metro de fileira. Com isso, gastam-se cerca de 50 kg/ha de sementes pequenas e o dobro disso de sementes graúdas. O tratamento das sementes com fungicidas, antes da semeadura, é indicado. Em geral, a profundidade de semeadura é de 4-5 cm.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Época de semeadura. Espaçamento. Semente.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho serão abordados os seguintes assuntos: épocas de plantio, espaçamento de semeadura, gasto de sementes, tratamento de sementes e profundidade de semeadura. Por se tratar de técnicas simples, de nenhuma ou pouca influência no custo de produção, mas com efeito significativo no rendimento de grãos, o emprego delas deve ser criterioso. Entre esses assuntos, épocas de plantio merece destaque, pois o uso das tecnologias de ponta fornecidas nesta publicação pode não ter o efeito desejado, se a época de cultivo do feijão não for adequada.

ÉPOCAS DE PLANTIO

Considerando todo o estado de Minas Gerais, o feijão pode ser semeado de janeiro a dezembro, mas as diversas áreas de produção apresentam, cada uma delas, as épocas preferenciais, que basicamente dependem das condições climáticas. Áreas de verão muito quente não servem para

plantio nessa estação, pois o excesso de calor não só diminui a porcentagem de flores que vingam, como também faz crescer o número de sementes por vagem. Inverno rigoroso, por sua vez, é desfavorável ao crescimento da planta. Em certas áreas, como Viçosa e municípios vizinhos, que fogem dos excessos climáticos mencionados, pode-se semear feijão em qualquer mês, obviamente com o emprego da irrigação nos meses secos do meio do ano. Deve-se lembrar, também, que há alguma diferença entre as cultivares, quanto a tolerância à alta ou à baixa temperatura.

Didaticamente, podem-se classificar as épocas de plantio do feijão pelas datas de plantio e de colheita. Assim, têm-se os cultivos de primavera-verão, verão-outono, outono-inverno e inverno-primavera, ou seja, as semeaduras de primavera, verão, outono e inverno.

O cultivo de primavera-verão constitui o que os agricultores denominam feijão das “águas”. A semeadura é feita em outubro ou novembro, em pleno período chu-

voso, e a colheita no começo do verão. Apresenta a grande vantagem de, normalmente, dispensar a irrigação, porém possibilita as seguintes desvantagens:

- a) a colheita pode ser perdida ou, então, colhem-se grãos manchados e germinados, se chover na época da maturação;
- b) em algumas áreas, o excesso de calor no período de floração prejudica seriamente o rendimento cultural;
- c) em terrenos planos e mal drenados, o excesso de chuvas pode ocasionar encharcamento do solo, com a consequente morte de feijoeiros;
- d) o excesso de chuvas pode favorecer certos patógenos;
- e) ocorre maior problema com as plantas invasoras.

O cultivo de verão-outono é muito apreciado pelos pequenos agricultores, apesar do perigo de chover escassamente a par-

¹Eng^o Agr^o, Dr., Prof. Tit. UFV - Dep^o Fitotecnia, CEP 36570-000 Viçosa - MG. Correio eletrônico: cbvieira@ufv.br

tir de abril e, às vezes, a partir de março. Eles enfrentam esse perigo com o cultivo consorciado com o milho (já em processo de maturação), que cria um microclima favorável aos feijoeiros. Evidentemente, a escassez de chuvas pode ser corrigida pela irrigação, prática pouco empregada pelos pequenos agricultores. Este cultivo resulta no chamado feijão da “seca”, também denominado, em algumas áreas, feijão “do tempo”.

O cultivo de verão-outono possibilita a colheita em época praticamente livre de chuvas, resultando na obtenção de grãos de ótima qualidade. Mas também há desvantagens:

- a) a escassez e a má distribuição das chuvas ocorrem com frequência, provocando baixas produções;
- b) o período é mais favorável ao ataque da cigarrinha-verde;
- c) maior problema com o mosaico-dourado, nas áreas onde ocorrem essa virose.

O cultivo de outono-inverno é o preferido pelos grandes produtores do norte e noroeste de Minas Gerais, os quais utilizam alta tecnologia, incluindo o emprego de irrigação por pivô central. A semeadura é feita no outono (abril a junho) e a colheita no inverno. Nessa época praticamente não chove, tornando obrigatória a irrigação. Esta semeadura é denominada, por muitos, como “terceira época de plantio”.

Grandes vantagens são apontadas para o cultivo de outono-inverno:

- a) possibilita maior envolvimento do empresário agrícola, pois, tratando-se de cultura irrigada, exige investimento e alta tecnologia;
- b) a produção é garantida, atingindo altos rendimentos (2 a 3 t/ha ou mais);
- c) a cultura torna-se menos dependen-

te de fatores climáticos, ocorrendo maior estabilidade de produção;

- d) a colheita é feita em período seco, o que a torna fácil, além de possibilitar a obtenção de grãos de ótima qualidade;
- e) a cultura do feijão pode-se expandir sem concorrer, em área, com outras plantas, como soja e arroz, plantadas na primavera.

O cultivo de outono-inverno não é indicado para áreas de inverno muito rigoroso, o que tem favorecido o surgimento de duas doenças destrutivas: mofo-branco e murcha-de-fusarium. No início do outono, pode também ocorrer problema com o mosaico-dourado.

Por vezes, o cultivo irrigado de feijão é retardado, sendo a semeadura realizada em pleno inverno, isto é, em julho ou começo de agosto, e a colheita no início da primavera. É o cultivo de inverno-primavera. Em áreas de inverno mais rigoroso, a semeadura muitas vezes é realizada em pleno agosto, com o objetivo de a cultura irrigada escapar dos rigores do frio. Neste caso, a colheita acontecerá em novembro.

A grande desvantagem do cultivo de inverno-primavera em relação ao de outono-inverno é a possibilidade de a estação chuvosa começar mais cedo, em fins de setembro ou início de outubro, o que traria problemas tanto para a colheita, quanto para a qualidade dos grãos. Chuvas prematuras podem anular ou atenuar as vantagens do cultivo irrigado. Mofo-branco e murcha-de-fusarium também podem constituir problema.

ESPAÇAMENTO DE SEMEADURA

Para a mecanização da cultura, o feijão deve ser semeado seguindo um alinhamento, com fileiras distanciadas de tal modo que facilitem a semeadura com máquinas de tração animal ou mecânica e, mais tarde, possibilitem a passagem do cultivador

entre as linhas. É essencial, também, que o intervalo entre as fileiras e a densidade de semeadura dentro delas levem a altas produções.

Experimentos sobre espaçamentos e densidades de semeadura têm sido realizados nas diversas Unidades da Federação, e são tão numerosos que a tarefa de citá-los, um a um, tornar-se-ia enfadonha, mesmo porque, em geral, levam quase às mesmas conclusões.

Embora alguns desses experimentos mostrem que espaçamentos menores, como 30 cm entre as linhas, conduzam a produções maiores, esses intervalos não têm sido recomendados, porque dificultam os tratamentos culturais ou exigem o emprego de herbicidas, além de impor maior gasto de sementes. Cultivares precoces de hábito de crescimento determinado e eretos, de perfil estreito, são as que mais respondem em rendimentos aos intervalos entre fileiras de 30 cm.

Espaçamentos mais amplos, de 40 a 50 cm, têm sido indicados, com densidade de 10 a 15 sementes por metro de fileira, o que vai redundar em populações de 200 mil a 375 mil plantas por hectare, mas, em geral, procura-se obter cerca de 250 mil plantas por hectare. Populações maiores implicam maior gasto de sementes por área, sem a compensação de obter maior produtividade, e populações menores podem reduzir o rendimento.

Em determinadas circunstâncias, o intervalo de 60 cm entre as linhas tem sido recomendado. Em Tocantins, em áreas baixas tropicais, foi verificado que esse é o espaçamento mais favorável à produção. Nos cultivos irrigados de inverno, maior intervalo entre fileiras (e mesmo menor densidade de plantas dentro das fileiras), a fim de provocar melhor circulação do ar, constitui medida auxiliar de controle do fungo causador do mofo-branco. Alguns produtores também utilizam o intervalo de 60 cm para facilitar o trabalho com máquinas.

GASTOS DE SEMENTES

Nas cultivares de sementes pequenas, como as dos tipos comerciais preto, carioca e vermelho, cada lote de 100 grãos pesa, usualmente, de 17 a 25 gramas. Esta variação depende de muitos fatores, entre os quais a temperatura, a umidade, a fertilidade do solo, o espaçamento e a época de plantio. Considerando-se a população de 250 mil plantas/hectare e o poder germinativo de 100% (o que usualmente não acontece), gastar-se-iam de 42,5 kg a 62,5 kg de sementes por hectare, ou seja, cerca de 50 kg/ha. As sementes graúdas dos feijões do tipo manteigão – jalo, pintado, manteigão tosco etc. – pesam habitualmente de 34 a 50 gramas cada 100 unidades, ou seja, o gasto é o dobro em relação às cultivares de sementes pequenas.

Para precisão no cálculo da quantidade necessária de sementes, utiliza-se a fórmula:

$$Q = \frac{MDA}{1.000GE}$$

em que:

Q = quantidade de sementes, em kg;

M = massa de 100 sementes, em g;

D = nº de sementes por metro de fileira;

A = área da lavoura, em m²;

G = poder germinativo das sementes, em %;

E = espaçamento entre fileiras, em m.

Por exemplo: para o plantio de um hectare, no espaçamento de 50 cm entre linhas e 12 sementes por metro de linha, usando-se sementes cuja massa média é de 20 g por 100 unidades e poder germinativo de 90%, seriam gastos:

$$Q = \frac{20 \times 12 \times 10.000}{1.000 \times 90 \times 0,5} = 53,3 \text{ kg}$$

TRATAMENTO DAS SEMENTES

Para formar a lavoura de feijão, o produtor deve procurar obter sementes de boa qualidade e de cultivar produtiva que atenda às exigências do mercado. Se confiar em suas próprias sementes, recomenda-se pelo menos passá-las por uma catação, a fim de eliminar as defeituosas, quebradas, manchadas ou suspeitas da presença de patógeno. Por vezes, essa simples catação promove grande melhoria no estande inicial da plantação.

Sementes guardadas em local não apropriado ou que foram armazenadas sem a devida secagem podem tornar-se portadoras de fungos, que não ficam apenas no tegumento, podendo atingir o embrião. Há, ademais, patógenos que, no próprio campo, alcançam as sementes, sendo transmitidos por intermédio delas. Vagens que entram em contato com o solo, em razão da baixa altura dos feijoeiros ou porque estes acamam, também possibilitam a infecção fúngica das sementes.

Deve-se evitar o plantio de sementes portadoras de fungos e com baixa porcentagem de germinação. Se, entretanto, for necessário semeá-las, o tratamento com fungicidas é eficiente no controle desses fungos e melhora o índice de emergência no campo. Bons resultados têm sido conseguidos com captan, thiram em mistura com fungicida sistêmico apropriado.

A inoculação das sementes com as bactérias dos nódulos radiculares – os rizóbios – é prática que pode ser feita, mas que freqüentemente não mostra resultado. Primeiro, porque as bactérias fixadoras de nitrogênio não são capazes de fornecerem em quantidade suficiente, quando se almejam altos rendimentos. Segundo, porque usualmente o solo já é povoado por estirpes nativas de rizóbio, as quais concorrem em vantagem com as introduzidas

pela inoculação das sementes. Na Zona da Mata de Minas Gerais foi constatado que a aplicação foliar de molibdênio torna os rizóbios nativos mais eficientes, dispensando a inoculação. De qualquer forma, em terrenos que nunca receberam o feijão ou que não o recebem há muito tempo, é conveniente fazer a introdução do rizóbio.

PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

De modo geral, recomenda-se que a profundidade de semeadura seja de 3-4 cm, nos solos argilosos ou úmidos, e de 5-6 cm, nos arenosos, para assegurar mais umidade.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARAÚJO, G.A. de A. Preparo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.99-122.

CHAGAS, J.M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.303-316.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385p.

FLESCHE, R.D. Cultivares e semeadura do feijão. In: EPAGRI. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p.147-160.

SILVA, C.C. da. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 417-432.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. Viçosa, MG: UFV, 1978. 146p.

A EPAMIG externa reconhecimento pela produtiva parceria com o pesquisador Clibas Vieira (27/12/1927 - 14/10/2004)

22º

Congresso Nacional de Laticínios

EPAMIG - Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Maior evento de difusão de tecnologias sobre leite e derivados do país!

18 a 21/07/2005
Juiz de Fora-MG

Eventos Paralelos:

32ª Expolac - Exposição de Produtos Lácteos

33ª Expomaq - Exposição de Máquinas, Equipamentos, Embalagens e Insumos

Informações: (32) 3224-3116

www.candidotostes.com.br

Instituto de Laticínios Cândido Tostes



EPAMIG

Nutrição e adubação do feijoeiro

Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira¹

Messias José Bastos de Andrade²

Geraldo Antônio de Andrade Araújo³

Resumo - Adoção de tecnologias no cultivo do feijão tem contribuído sensivelmente na melhoria da produtividade da cultura. Informações técnicas disponíveis, entre as quais as que dizem respeito à nutrição e adubação, devem ser convenientemente exploradas. O desafio da agricultura empresarial abrange a intensificação do uso racional dos recursos naturais, dos fertilizantes e das tecnologias de cultivo do feijoeiro, tornando-o produtivo e capaz de remunerar adequadamente o produtor. Particularidades e princípios da nutrição e adubação do feijoeiro são apresentados com o propósito de auxiliar o bom manejo nutricional e propiciar alta produtividade e rentabilidade.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Fertilidade do solo. Calagem. Fertirrigação. Fertilizante. Diagnóstico nutricional.

INTRODUÇÃO

O feijão cultivado nos períodos do outono-inverno e do inverno-primavera, em regiões de inverno ameno, tem contribuído significativamente para o aumento da produtividade da cultura em Minas Gerais. Apesar de requerer investimentos relativamente elevados, o cultivo do feijão nessas épocas pode proporcionar bom lucro.

A utilização de tecnologias avançadas, representada pelo cultivo irrigado e pelo intenso uso de insumos, como defensivos agrícolas, variedades melhoradas, fertilizantes e outras técnicas de produção, tem proporcionado rendimentos superiores a 3.500 kg/ha. A acidez elevada, a presença de alumínio trocável e a baixa reserva de nutrientes nos solos brasileiros, principalmente nos do Cerrado, exigem a adoção de um minucioso programa de manejo da

calagem e da adubação, para possibilitar a obtenção de alto rendimento do feijoeiro.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, para poder expressar todo o seu potencial produtivo. As condições de baixa fertilidade dos solos geram nutrição inadequada, comprometem a produção, ou, em casos extremos, levam as plantas à morte precoce. O equilíbrio nutricional é, muitas vezes, o fator mais importante e crítico na determinação da produtividade vegetal.

Entre os macronutrientes, elementos químicos exigidos em maiores quantidades pelas plantas e fornecidos por meio das adubações, estão o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S). Entre os nutrientes exigidos em pequena quantidade

(micronutrientes) pelas plantas estão o ferro (Fe), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o manganês (Mn), o boro (B) e o molibdênio (Mo). Embora as exigências pelo feijoeiro em micronutrientes sejam pequenas, a deficiência de um deles pode comprometer o balanço nutricional e a produtividade da cultura.

Considerando-se uma produtividade de 3 mil kg/ha, há exportação pelos grãos de, aproximadamente, 100 kg/ha de N, 10 kg/ha de P, 50 kg/ha de K, 10 kg/ha de Ca, 10 kg/ha de Mg e 15 kg/ha de S (VIEIRA, 1998a).

Nitrogênio

Entre os nutrientes essenciais, o N é o mais exigido pelo feijoeiro. Ele é componente estrutural de aminoácidos e proteínas, enzimas e coenzimas, bases nitrogenadas, molécula de clorofila, ácidos nucleicos e outros, sendo fundamental para o crescimento e o desenvolvimento de todas as

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti, 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: abarcellos@epamig.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Adj. UFLA - Dep^{ta} Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: mandrade@ufla.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Tit. UFV - Dep^{ta} Fitotecnia, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: garaujo@ufv.br

plantas cultivadas, participando, direta ou indiretamente, de inúmeros processos bioquímicos. O adequado suprimento desse nutriente está associado à alta atividade fotossintética, a crescimento vegetativo vigoroso e a folhas de cor verde-escuro (VIEIRA, 1998a).

A absorção do N pela planta é afetada pelas condições ambientais (temperatura, aeração, pH do solo, atividade de outros elementos na solução, estresse hídrico e concentração do sal na zona radicular) e pelo genótipo. A taxa de absorção varia durante o ciclo de vida da planta e a época de maior exigência ocorre nos primeiros 50 dias após a sua emergência (DAE). O período de maior demanda pela planta ocorre do início do florescimento ao período de formação das vagens.

O feijoeiro pode utilizar o nitrogênio do solo, do adubo e da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN). A planta responde muito bem à aplicação do nitrogênio, embora a frequência e a magnitude variem entre regiões ou mesmo dentro da própria região. Bactérias do gênero *Rhizobium* (*R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, *R. etli* e *R. tropici*), em simbiose com o feijoeiro, fixam o N atmosférico, disponibilizando-o à planta. Porém, o N fornecido pelo processo de FBN geralmente é insuficiente em relação às quantidades necessárias para altas produtividades (VIEIRA, 1978; ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994), devido à baixa eficiência do processo, sendo recomendada a adubação nitrogenada.

Quando ocorre deficiência de N, as plantas ficam atrofiadas, com caule e ramos delgados, as folhas apresentam coloração entre verde-pálida e amarela, o crescimento é reduzido, flores, vagens e sementes são malformadas e em menor número, além de diminuir a massa das sementes.

Fósforo

O P é o nutriente mais deficiente na maioria dos solos brasileiros, e um dos elementos que têm proporcionado maior resposta do feijoeiro. Ele é componente essen-

cial dos ésteres de carboidratos, fosfolípidios, ácidos nucleicos e coenzimas, participando do armazenamento e da transferência de energia, além dos vários processos metabólicos das plantas.

O período que o feijoeiro mais necessita de P vai de, aproximadamente, 30 até 55 DAE, ou seja, do período de pré-florescimento até o início da formação das vagens (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994). As plantas deficientes em P são raquíticas, com redução do número e do tamanho dos ramos e das folhas, e possuem menor número de flores e vagens. Como consequência, há severa queda da produção (OLIVEIRA et al., 1996).

Potássio

O potássio (K) participa, dentre outros, dos processos de abertura e fechamento dos estômatos, da fotossíntese, da respiração e do transporte de carboidratos e outros produtos.

Segundo Rosolem e Marubayashi (1994), há dois períodos de maior demanda por K: entre 25 e 35 DAE e entre 45 e 55 DAE. O primeiro período corresponde à diferenciação dos botões florais e, o segundo, ao final do florescimento e início de formação das vagens, quando a translocação de fotoassimilados das folhas para os grãos aumenta significativamente. Quando em deficiência de K, o feijoeiro se desenvolve pouco, apresenta caule pequeno e delgado, forma poucas flores e apresenta vagens com poucas sementes.

A deficiência de K ocorre em solos formados de material de origem pobre no nutriente, com pouca matéria orgânica, em solos arenosos, principalmente sob condições de irrigação, em que a lixiviação de sais é maior, e quando não há reposição adequada do nutriente por meio das adubações e incorporação dos restos culturais, uma vez que a sua maior concentração na planta encontra-se na palhada.

Cálcio, magnésio e enxofre

O cálcio (Ca) tem papel fundamental na formação e funcionamento da membrana

celular, na absorção iônica, na divisão celular, nas reações com hormônios vegetais e na ativação enzimática, influenciando o crescimento e o desenvolvimento da planta. Quando em deficiência de Ca, as folhas mais jovens ficam malformadas; a planta pára de emitir brotações e há lesões necróticas no caule, perto do ponto de crescimento. O Mg é componente estrutural da molécula de clorofila e atua em várias funções na planta, como exemplo, na fotossíntese e na respiração. O S faz parte dos aminoácidos cisteína e metionina, participando da fotossíntese, respiração e sínteses de gorduras e de proteínas.

As exigências de S pelo feijão são maiores em solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica, ou em solos fertilizados com adubos sem o elemento na formulação.

Micronutrientes

Os micronutrientes atuam em vários processos metabólicos nas plantas, geralmente como constituintes ou ativadores enzimáticos. Alguns influenciam diretamente no processo fotossintético (Fe, Cu e Mn) e respiratório (Fe, Cu, Mn e Zn), ou participam do metabolismo do N (Fe e Mo). O B está envolvido na divisão celular, no crescimento e na formação da parede celular, na síntese de proteínas e no transporte e na fosforilação dos carboidratos. Tem também importante função na lignificação e diferenciação do xilema e no transporte de sacarose através da membrana celular (MALAVOLTA et al., 1997; THUNG; OLIVEIRA, 1998).

O cobalto, que às vezes é aplicado nas lavouras de feijão, não é nutriente essencial ao feijoeiro, mas sim para o *Rhizobium* no processo de FBN.

As deficiências dos micronutrientes nos solos brasileiros geralmente são observadas nas condições descritas no Quadro 1.

Em Minas Gerais, o Mo é o micronutriente mais estudado na adubação do feijoeiro. Ele é constituinte de enzimas catalisadoras, entre as quais a redutase do nitrato e a nitrôgenase, estando, dessa forma, associado

QUADRO 1 - Condições do solo que favorecem a deficiência de micronutrientes

Nutriente	Condições
Fe	Calagem excessiva, solos alcalinos, solos arenosos, solos ácidos com níveis excessivamente elevados de Mn solúvel, Zn e Cu, solos orgânicos e turfosos.
Cu	Solos ácidos e ricos em matéria orgânica, calagem excessiva, solos muito cultivados, solos formados de material de origem pobre em Cu.
Zn	Solos com pH elevado ou calagem excessiva, solos mal drenados ou com arejamento insuficiente, solos formados com material de origem pobre em Zn, solos com alta capacidade de fixação de micronutrientes, ricos em matéria orgânica ou que receberam altas doses de adubo fosfatado.
Mn	Solos alcalinos, solos arenosos ou originados de rochas pobres em Mn.
B	Solos pobres em matéria orgânica, solos originados de material pobre em B, solos leves ou arenosos, solos alcalinos, solos turfosos ou orgânicos.
Mo	Solos ácidos, arenosos ou muito cultivados.

FONTE: Dados básicos: Ferreira e Cruz (1991), Oliveira et al. (1996) e Vieira (1998a).

ao metabolismo do nitrogênio. Em virtude dessa relação com a nutrição nitrogenada, os sintomas de deficiência são iguais aos do N. O Mo tem sido empregado com grande frequência e sucesso na adubação do feijoeiro na Zona da Mata de Minas Gerais (VIEIRA et al., 1992; AMANE et al., 1994; FERREIRA et al., 2003) e no Sul de Minas (ANDRADE et al., 1996; RODRIGUES et al., 1996), proporcionando expressivos ganhos de rendimento.

A grande exportação de nutrientes por meio dos grãos, a intensificação da exploração das áreas agricultáveis e a ausência de adubação de manutenção com micronutrientes têm, gradativamente, reduzido as reservas naturais desses nutrientes no solo, afetando a capacidade produtiva de algumas culturas.

Maiores informações sobre os fatores que afetam a disponibilidade dos micronutrientes podem ser obtidas em Ferreira e Cruz (1991).

CALAGEM

A maioria dos solos de Minas Gerais apresenta elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e deficiência de nutrientes.

O pH do solo que oferece as melhores condições para o desenvolvimento do feijoeiro situa-se em torno de 6,0. A calagem diminui a concentração do alumínio e do manganês, que podem ocasionar toxidez às plantas, aumenta a disponibilidade dos macronutrientes e do Mo, fornece Ca e Mg ao solo e aumenta a capacidade de troca catiônica. É muito conhecida a interação positiva entre a adubação fosfatada e a calagem, pois, com o aumento do pH, há maior disponibilidade de P e melhor aproveitamento do adubo fosfatado (ROSOLEM, 1996).

Os pontos importantes para aumentar a eficiência do calcário no solo são os seguintes:

- na escolha do corretivo deve-se dar prioridade aos calcários dolomítico e magnesiano, quando o solo for deficiente em Mg. A relação Ca:Mg do corretivo, às vezes, é mais importante do que a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo. Quando essa relação no solo é estreita, o calcário calcítico deve ser recomendado. Mesmo que o solo esteja com boa relação Ca:Mg (próximo de 5:1), pode-se usar o calcário calcítico, desde que

o Mg seja suprido por outra fonte, como o sulfato e o carbonato de magnésio, ou o óxido de magnésio;

- a distribuição do calcário deverá ser feita de maneira uniforme, atingindo todo o terreno a ser cultivado, preferencialmente até 60 dias antes do plantio, e sua incorporação ao solo realizada logo a seguir por intermédio da aração e da gradagem;
- cabará ao técnico definir a escolha do calcário a ser aplicado entre as várias alternativas existentes, de acordo com o poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, com a sua composição, principalmente quando o teor de Mg no solo for menor que $0,45 \text{ cmol/dm}^3$ e com o preço por tonelada efetiva do corretivo, considerando-se os custos de transporte e aplicação.

Em Minas Gerais, um dos métodos utilizados na determinação da necessidade de calagem é o “Método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis”. A fórmula usada para estimar a quantidade de calcário a ser aplicada é:

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

em que:

NC = necessidade de calagem, ou seja, quantidade de $CaCO_3$ ou calcário, em toneladas, com PRNT = 100%, a ser incorporado por hectare, na camada de 0 a 20 cm de profundidade;

Y = valor variável na dependência da capacidade tampão da acidez do solo (CTH) e que pode ser definido por interpolação, de acordo com a textura do solo (Quadro 2) ou com o valor de fósforo remanescente (P-rem) (Quadro 3);

Al^{3+} = acidez trocável, em $cmol/dm^3$;

m_t = máxima saturação por Al^{3+} tolerada pelo feijoeiro (valor tabelado = 20%);

t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva, em $cmol/dm^3$;

X = valor referente ao requerimento de Ca e de Mg pelo feijoeiro (valor tabelado = $2 cmol/dm^3$);

$Ca^{2+} + Mg^{2+}$ = teores de Ca e de Mg trocáveis no solo, em $cmol/dm^3$.

QUADRO 2 - Valores de Y de acordo com a textura do solo

Textura do solo	Argila (%)	Y
Arenoso	0 a 15	0,0 a 1,0
Textura média	15 a 35	1,0 a 2,0
Argiloso	35 a 60	2,0 a 3,0
Muito argiloso	60 a 100	3,0 a 4,0

FONTE: Alvarez V. e Ribeiro (1999).

QUADRO 3 - Valores de Y de acordo com o valor de fósforo remanescente (P-rem)

P-remanescente (mg/L)	Y
0 a 4	4,0 a 3,5
4 a 10	3,5 a 2,9
10 a 19	2,9 a 2,0
19 a 30	2,0 a 1,2
30 a 44	1,2 a 0,5
44 a 60	0,5 a 0,0

FONTE: Alvarez V. e Ribeiro (1999).

NOTA: P-remanescente = concentração de fósforo na solução de equilíbrio após agitar, durante 1 hora, a TFSA com solução de $CaCl_2$ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10.

Outro método muito empregado no cálculo da quantidade de calcário a ser aplicada é o "Método da saturação por bases", que considera a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V). A fórmula é:

$$NC = \frac{T(V2 - V1)}{100}$$

em que:

NC = necessidade de calagem, em t/ha;

T = CTC a pH 7 = $Ca + Mg + K + H + Al$, em $cmol/dm^3$;

V1 = saturação por bases atual no solo = $\frac{100(Ca + Mg + K)}{T}$

V2 = saturação por bases desejada para o feijoeiro = 50% (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

O calcário a ser aplicado para o posterior cultivo do feijão deve ser incorporado até 20 cm. A quantidade de calcário a ser realmente usada (QC) em 1 hectare depende dessa profundidade de incorporação ao solo (P em cm) e do PRNT do calcário. Assim, temos:

$$QC = NC \times \frac{P}{20} \times \frac{100}{PRNT}$$

A calagem excessiva ou supercalagem deve ser evitada, para isso, é preciso seguir as orientações técnicas com base na análise de solo. A calagem em excesso é muito difícil de ser corrigida, sendo tão prejudicial quanto a acidez elevada, além de reduzir a disponibilidade do P e a dos micronutrientes, exceto a do Mo.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

A adubação do feijoeiro é prática indispensável para a obtenção de maiores produtividades. Porém, não é correto o procedimento de generalizar os critérios de recomendações de adubação, devido à complexidade de fatores inerentes a essa prática e às peculiaridades de solo, de clima e dos aspectos socioeconômicos de cada região.

Na prática da adubação, devem-se considerar quais nutrientes serão aplicados, quais as doses, quando adubar e como aplicar. Rotineiramente, os produtores que visam grandes produtividades realizam as adubações, às vezes, até em excesso. A utilização de critérios de interpretação de análises de solo e de folha é premissa básica ao manejo preciso da adubação, pois reduz as possibilidades de acidificação do solo, de eutroficação das águas e de contaminação do lençol freático, aumenta a produtividade das culturas, a qualidade dos alimentos e a lucratividade da atividade agrícola.

Em Minas Gerais, as recomendações de adubação para o feijoeiro foram desenvolvidas com base em informações obtidas em experimentos de campo em várias regiões agroecológicas do Estado, sendo apresentadas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999). As recomendações de adubação também consideram a extração e a exportação de nutrientes, diretamente afetadas pelos níveis de tecnologia e produtividade esperada.

Uma das primeiras etapas para a recomendação de adubação é a avaliação da fertilidade do solo, conhecida por meio de

análises químicas. Algumas normas devem ser seguidas para evitar equívocos e não comprometer a representatividade do solo amostrado, como: a área deve ser dividida em várias glebas homogêneas, de acordo com o histórico de uso, cor, textura, topografia, condições de drenagem, aspectos da vegetação ou plantas daninhas; a profundidade deve ser até 20 cm, podendo, ao longo dos anos, amostrar também na camada de 20-40 para monitorar e corrigir possíveis deficiências subsuperficiais; o número de amostras simples deve ser de 20 a 30, em cada gleba, para depois retirar a amostra composta.

A recomendação da adubação de manutenção (Quadro 4) tem como instrumentos referenciais as análises de solo (Quadro 5), para o fósforo e o potássio, e os níveis de tecnologia empregados.

Adubação nitrogenada

Para altas produtividades, quantidades superiores a 100 kg/ha de N são absorvidas pelos feijoeiros. Parte do N absorvido pela cultura pode vir da mineralização da matéria orgânica do solo ou da FBN. Para produtividade inferior a 1.300 kg/ha, a prática de inoculação das sementes com *Rhizobium* é promissora, principalmente em solo ainda não cultivado com feijão, me-

lhorando o estado nutricional nitrogenado e o rendimento da cultura. Entretanto, para a obtenção de alta produtividade, a FBN pode não ser suficiente, pois as bactérias inoculadas não são eficientes em competir com as estirpes nativas do solo pelos sítios de nodulação radicular. Além disso, a aplicação de altas doses de adubo nitrogenado no plantio e em cobertura inibe a nodulação e também diminui a eficiência das bactérias no processo de FBN.

A recomendação de adubos nitrogenados no plantio e em cobertura, para a maioria das culturas, não segue norma consensual, não havendo métodos de orientação ou análise que sirvam de referência aos agricultores para a safra em curso. As análises de rotina de amostras de solo, para fins de recomendação, não incluem o N. Assim, a recomendação de adubação nitrogenada para o feijoeiro (Quadro 4) é feita com base em resultados obtidos em experimentos regionais nas diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, de modo que os resultados de um local não podem ser extrapolados para outro.

Parte do adubo nitrogenado deve ser aplicada no sulco de plantio e o restante da dose parcelada até o início do florescimento, de forma que propicie uma boa nutrição da planta na época em que ainda é

possível aumentar o número de vagens por planta (ROSOLEM, 1996).

Com a utilização de doses elevadas de adubo nitrogenado em cobertura, há necessidade do parcelamento, geralmente realizado aos 20 e aos 30 DAE, para melhorar a eficiência da fertilização. A incorporação do adubo nitrogenado aplicado em cobertura deve ser realizada imediatamente após a fertilização, evitando sua exposição e volatilização de amônia, principalmente se o adubo for a uréia. Quando a uréia é aplicada na superfície do solo, principalmente com baixa umidade, ou sobre restos culturais, pode haver perda de até 54% do N (LARA CABEZAS et al., 2000). Sua incorporação à profundidade de 5 a 8 cm reduz as perdas a valores desprezíveis. A própria irrigação pode ser utilizada para incorporar o fertilizante ao solo, principalmente no plantio direto. Muitos produtores que optam por duas adubações de cobertura usam o sulfato de amônio na primeira, o qual disponibiliza também o enxofre e, na segunda, empregam a uréia.

A necessidade de N pelo feijão de outono-inverno é maior que a do plantado nas épocas tradicionais, principalmente em solo onde se incorporou a palhada de milho colhido anteriormente. A incorporação ao solo de restos vegetais com alta relação C:N, geralmente demanda que a primeira adubação nitrogenada em cobertura seja realizada mais cedo. Em alguns casos de severas condições de deficiência de N, a aplicação do adubo deve ser feita no máximo até os 15 DAE, porque parte do N mineral do solo e do adubo usado no plantio é imobilizada pelos microrganismos para decompor os resíduos vegetais. Pela mesma razão, no plantio direto pode haver maior demanda de N nos primeiros anos, requerendo doses maiores do nutriente.

O grande investimento na produção do feijão e a necessidade de obtenção de altas produtividades para cobrir os custos e auferir retorno financeiro têm levado muitos agricultores à aplicação de doses muito elevadas de fertilizantes nitrogenados.

QUADRO 4 - Recomendação de adubação com macronutrientes, em kg/ha, para dois níveis tecnológicos de produção de feijão - Minas Gerais

⁽¹⁾ Nível Tecnológico	⁽²⁾ N no plantio	⁽³⁾ Teor de P no solo			⁽³⁾ Teor de K no solo			⁽⁴⁾ N em cobertura
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	
		Dose de P ₂ O ₅			Dose de K ₂ O			
A	30	90	70	50	40	30	20	40
B	40	110	90	70	50	40	20	60

FONTE: Dados básicos: Ribeiro et al. (1999).

(1) a) Calagem, adubação, sementes fiscalizadas, 220 mil a 240 mil plantas/ha, controle fitossanitário, tratamento de sementes, herbicidas, irrigação. Produtividade esperada de 1.800 a 2.500 kg/ha; b) nível tecnológico A, apenas com maiores doses de adubos. Produtividade esperada maior que 2.500 kg/ha. (2) Aplicado no plantio, junto ao fósforo e ao potássio. (3) Classes de interpretação da disponibilidade de P e K (Quadro 5). (4) A adubação nitrogenada de cobertura deve ser parcelada, com aplicação aos 20 e aos 30 dias após a emergência.

QUADRO 5 - Teores de P e K no solo e sua classificação

Característica	⁽¹⁾ Teor (mg/dm ³)		
	Baixo	Médio	Alto ou bom
Argila (%)	⁽²⁾ Fósforo disponível		
> 60	≤ 5,4	5,5 a 8	> 8
35 - 60	≤ 8	8,1 a 12	> 12
15 - 35	≤ 12	12,1 a 20	> 20
< 15	≤ 20	20,1 a 30	> 30
⁽³⁾ P-rem (mg/L)	⁽²⁾ Potássio disponível		
0 - 4	≤ 4,3	4,4 a 6	> 6
4 - 10	≤ 6	6,1 a 8,3	> 8,3
10 - 19	≤ 8,3	8,4 a 11,4	> 11,4
19 - 30	≤ 11,4	11,5 a 15,8	> 15,8
30 - 44	≤ 15,8	15,9 a 21,8	> 21,8
44 - 60	≤ 21,8	21,9 a 30	> 30
	≤ 40	41 a 70	> 70

FONTE: Ribeiro et al. (1999).

(1) O limite superior desta classe indica o nível crítico. (2) Método Mehlich-1. (3) P-remanescente = concentração de fósforo na solução de equilíbrio após agitar, durante 1 hora, a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10.

Entretanto, o produtor tem que considerar os aspectos econômicos e ambientais da fertilização nitrogenada e adubar criteriosamente para coexistir produtividade, rentabilidade e sustentabilidade.

Caso o produtor realize adubação verde com leguminosas, a dose de N pode ser reduzida, dependendo da quantidade de massa incorporada e da sua relação C:N (ROSOLEM, 1996).

A adubação nitrogenada no plantio quase sempre é feita com adubos formulados NPK. Esses fertilizantes geralmente apresentam alta concentração de nutrientes, o que é vantajoso quanto ao transporte, armazenamento e aplicação. Porém, muitas vezes são pobres em macronutrientes secundários. Entre os principais formulados NPK estão: 04-14-8; 08-28-16; 08-24-16;

08-24-12, 06-24-12, 08-20-20, 08-24-20, 05-25-15 e 04-30-16.

Os principais fertilizantes nitrogenados utilizados em cobertura são a uréia (45% de N) e o sulfato de amônio (20% de N e 24% de S). A pesquisa tem mostrado que não há diferenças entre a uréia fertilizante e o sulfato de amônio como fontes de N para o cultivo do feijoeiro irrigado.

Adubação fosfatada

Em Minas Gerais existem enormes áreas de solos de cerrado que apresentam grande potencial agrícola. Entretanto, a acidez elevada, a presença de alumínio trocável e o baixo teor de P disponível no solo limitam o cultivo de feijão, caso não sejam adotadas medidas corretivas.

A recomendação de adubação fosfa-

tada (Quadro 4) está diretamente relacionada com a concentração de fósforo no solo e com o teor de argila ou P-remanescente (Quadro 5). Devido às características do íon P₂O₅ e do solo, todo adubo fosfatado deve ser localizado no sulco de plantio. Os fosfatos solúveis têm sido os mais indicados. Os adubos fosfatados mais utilizados são o superfosfato simples (18% de P₂O₅, 12% de S e 20% de Ca), o superfosfato triplo (41% de P₂O₅ e 14% de Ca), o fosfato monoamônico (MAP) (48% de P₂O₅ e 9% de N), o fosfato diamônico (DAP) (45% de P₂O₅ e 16% de N) e os formulados NPK descritos anteriormente para a adubação nitrogenada.

Adubação potássica

Os solos brasileiros, principalmente os de cerrado, apresentam baixa CTC e alto grau de intemperização, tendo baixos teores de K na sua composição. O potássio é um dos nutrientes mais absorvidos pelo feijoeiro, sendo encontrado em grande quantidade na planta. A adubação potássica objetiva, principalmente, repor o nutriente exportado pelas sementes, que, em caso de rendimento da ordem de 3 mil kg/ha, atinge cerca de 50 kg/ha (VIEIRA, 1998a). O uso intensivo do solo ao longo dos anos e as perdas de K por lixiviação, sobretudo com a irrigação em áreas com solo de textura média ou arenosa, aos poucos podem exaurir as reservas naturais de potássio. A recomendação da adubação potássica (Quadro 4) é feita de acordo com a análise de solo (Quadro 5).

Se o produtor for usar dose de K₂O acima de 50 kg/ha, esta deve ser parcelada, colocando-se no máximo 50 kg/ha no plantio e o restante em cobertura, junto com a primeira cobertura nitrogenada, pois o potássio é facilmente lixiviado e os adubos potássicos apresentam alto poder de salinização. O adubo fonte de K mais utilizado em cobertura é o cloreto de potássio (58% de K₂O). No plantio, basicamente empregam-se os formulados NPK, conforme descritos anteriormente.

Adubação com os macronutrientes cálcio, magnésio e enxofre

O fornecimento de cálcio e magnésio ao feijoeiro geralmente ocorre por meio da aplicação do calcário. Na adubação com enxofre, as melhores respostas do feijoeiro têm ocorrido em solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica, ou em solos cultivados durante muito tempo com o emprego de adubos concentrados. O S acumula, em boa proporção, nas sementes. De modo geral, a fertilização com S é feita por meio da aplicação de adubos que contêm o S em sua fórmula, como sulfato de amônio (24% de S) e superfosfato simples (12% de S). Quando não se usa nenhum adubo contendo esse nutriente, pode-se fornecê-lo através do gesso agrícola (18% de S) ou pelo S elementar (100% de S).

Em solos com baixos teores de Mg e/ou S, recomenda-se aplicar 20 kg/ha de cada um desses nutrientes, no sulco de plantio (RIBEIRO et al., 1999).

Recomendações gerais

Algumas considerações são necessárias para a correta disposição dos adubos no solo:

- a) as sementes não podem ficar em contato direto com os adubos, principalmente os nitratos, cloretos e sulfatos, para evitar danos às sementes e raízes. A má colocação do adubo no solo pode reduzir-lhe o efeito ou mesmo anulá-lo. Na cultura do feijão, recomenda-se colocar os adubos numa faixa lateral, 2,5 a 4 cm afastados do sulco de plantio e 4 a 5 cm abaixo do nível das sementes, mas, em adubações com emprego de altas doses, é conveniente afastá-los de 5 a 7 cm (VIEIRA, 1998a);
- b) a incorporação da uréia deve ser realizada imediatamente após a sua aplicação em cobertura, evitando com isso sua exposição e volatilização. As perdas de N ocorrem, principalmente, em clima quente ou seco. Nas

lavouras irrigadas por aspersão, pode-se incorporar o adubo com a água de irrigação, inclusive no plantio direto;

- c) a maioria dos fertilizantes comerciais usados nos trópicos, entre os quais os sulfatos, nitratos e cloretos, causa acidez, e sua aplicação contínua em altas doses requer o acompanhamento das condições químicas do solo para eventuais aplicações de calcário.

A aplicação via foliar de macronutrientes geralmente não é recomendada, porque a quantidade de nutriente aplicada é muito pequena, comparada com a necessidade da planta nos seus vários estádios de crescimento (THUNG; OLIVEIRA, 1998).

Adubação com micronutrientes

Nas adubações, em geral, tem-se dado pouca importância aos micronutrientes. Poucos trabalhos têm estudado o efeito dos micronutrientes na cultura do feijão em Minas Gerais. A maioria dos existentes envolve o molibdênio, o zinco e o boro.

Às vezes pode ocorrer deficiência de algum micronutriente e resultar na redução da produtividade, mas a planta não exibe o sintoma de insuficiência. Esse fenômeno é chamado “fome oculta”.

A necessidade de fertilização com micronutrientes está relacionada com a carência de cada nutriente e com as particularidades do solo, principalmente com relação ao pH. Entre os micronutrientes, o molibdênio é o que tem proporcionado os melhores resultados no rendimento da cultura (VIEIRA et al., 1992; RODRIGUES et al., 1996; BERGER et al., 1996). A calagem por si só pode, às vezes, disponibilizar o Mo necessário ao feijoeiro. Entretanto, em solos formados por material de origem pobre em Mo, ou muito cultivados, a deficiência deve ser corrigida com as adubações de manutenção. Os principais adubos fontes de Mo são o molibdato de sódio (39% de Mo), o molibdato de amônio (54% de Mo) e o trióxido de molibdênio (66% de Mo). Os dois primeiros são os mais comuns no mer-

cado, mas em várias cidades mineiras não são encontrados no comércio.

A pulverização foliar é a forma de aplicação mais eficiente do Mo, sendo recomendada a dose de 60 g/ha (RIBEIRO et al., 1999). Recentemente, bons resultados foram obtidos na Zona da Mata de Minas Gerais, com o uso de doses mais elevadas de Mo, entre 80 e 90 g/ha (BERGER et al., 1996; PESSOA et al., 2000; FERREIRA et al., 2003). A melhor época de aplicação por intermédio da pulverização foliar é entre 14 e 28 dias após a emergência das plantas (BERGER et al., 1996). O adubo molibdic pouco influencia o custo de produção, uma vez que a quantidade do fertilizante é muito pequena e a sua aplicação pode ser feita junto à aplicação de defensivos, como herbicidas pós-emergentes (SILVA et al., 1999; ARAÚJO et al., 2002) inseticidas e fungicidas (SILVA et al., 1999), não gerando despesa extra com a operação de aplicação do adubo.

Por intermédio do histórico da área, quando forem constatadas deficiências de boro e/ou zinco, deve-se aplicar 1 kg/ha de B e 2 a 4 kg/ha de Zn, no sulco de plantio.

Muitos produtores utilizam, frequentemente, micronutrientes por meio do emprego de *Fritted Trace Elements* (FTE) nas formulações BR-12 ou BR-15, na dose de 30 a 50 kg/ha, no sulco de plantio. Também é crescente a adoção da pulverização com micronutrientes nas folhas. Vários adubos são fontes de micronutrientes e podem ser usados em aplicações foliares (Quadro 6).

Alguns produtores têm seguido a orientação da assistência técnica e utilizado cobalto (Co) no cultivo de feijão, aplicando-o junto às sementes ou por via foliar. O cobalto é indispensável para a produção do feijoeiro, quando a necessidade em nitrogênio está sendo suprida por meio da associação simbiótica feijoeiro-bactéria, pois o elemento é essencial ao *Rhizobium* para o processo de FBN.

A questão do fornecimento de micronutrientes à cultura do feijão ainda deman-

QUADRO 6 - Principais fertilizantes para fornecimento de micronutrientes e doses para adubação por via foliar

Nutriente	Fertilizante	Teor do nutriente (%)	⁽¹⁾ Concentração da calda
Zn	Sulfato de zinco	23	2,5
	Zn-EDTA	14	1,0
Cu	Sulfato de cobre	25,5	2,0
Mn	Sulfato de manganês	25	2,0
Fe	Sulfato ferroso	20	0,6
	Fe-EDTA	5 - 14	1,0
B	Bórax	11	2,5
	Ácido bórico	17	1,5

FONTE: Dados básicos: Thung e Oliveira (1998) e Vieira e Ramos (1999).

NOTA: EDTA – Ácido etilenodiaminotetraacético.

(1) Dose (kg fertilizante/100 litros de água).

da muitos estudos, pois há muitas áreas não estudadas e diversos pontos a serem esclarecidos.

Fertirrigação

A fertirrigação é a técnica de aplicação de fertilizantes químicos nas lavouras, utilizando a água de irrigação como veículo. Ela é usada para complementar a adubação de plantio, cujo efeito diminui com o desenvolvimento da planta (VIEIRA; RAMOS, 1999).

Os nutrientes aplicados na fertirrigação devem ser móveis no solo, como o N, o S, o K, o Mg e o B, para serem incorporados com a água. Os mais empregados são o N e o K.

A fertirrigação do feijoeiro por meio de pivô central ou aspersão convencional tem sido empregada, embora alguns produtores não a adotem alegando problemas de corrosão no equipamento de irrigação, o que pode ser reduzido com a utilização de uréia como fonte de adubo nitrogenado.

As principais vantagens e desvantagens do sistema, de acordo com Vieira (1998b) e Vieira e Ramos (1999), são:

Vantagens:

- reduz a volatilização, que é a principal limitação do uso da uréia nos métodos convencionais;

- evita-se a movimentação de máquinas na lavoura para a distribuição do fertilizante. Conseqüentemente, não ocorre compactação do solo e danos ao feijoeiro;

- possibilita a aplicação em qualquer época e estágio de desenvolvimento do feijoeiro, permitindo mais parcelamentos da adubação;

- permite maior uniformidade de aplicação em comparação aos métodos convencionais;

- reduz os custos de aplicação, podendo ser realizada simultaneamente com a aplicação de defensivos.

Desvantagens:

- pode ocorrer corrosão de partes do sistema de irrigação;

- impossibilita a localização do fertilizante;

- existe risco de contaminação do ambiente, se não forem adotadas medidas de segurança e de adequação dos equipamentos de fertirrigação.

Segundo Vieira (1998b), não há dúvida sobre a eficiência da fertirrigação com N. Ela permite o uso de pequenas doses desse nutriente em várias aplicações, com pou-

co acréscimo de custo. Nas condições em que o feijão é cultivado em Minas Gerais, três fertirrigações com N são suficientes, considerando-se: o ciclo curto do feijoeiro e a exigência em N pela cultura; os solos geralmente argilosos ou de textura média; as chuvas escassas durante o outono-inverno, conseqüentemente, reduzindo as perdas por escoamento superficial, lixiviação, erosão e desnitrificação. A adubação complementar com P via fertirrigação, realizada com MAP ou DAP, é uma técnica duvidosa, principalmente em solos com elevada capacidade de fixação do P.

Informações sobre equipamentos de injeção dos fertilizantes na água de irrigação, calibração e manejo podem ser obtidas em Costa et al. (1994).

ADUBAÇÃO DO FEJJOEIRO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

O sistema de plantio direto (SPD) tem participação fundamental no aumento da produção e na manutenção da sustentabilidade do solo. A ausência do preparo convencional e a formação de camada enriquecida de resíduos orgânicos alteram a dinâmica da matéria orgânica e a liberação de nutrientes no solo (SÁ, 1993), demandando estratégias diferentes de manejo das adubações e da calagem, para garantir a sustentabilidade do sistema.

Quando os solos apresentam fertilidade natural muito baixa, é importante o seu cultivo no sistema convencional por, pelo menos, dois anos, antes da adoção do SPD, de modo que haja a correção gradativa das suas condições químicas. O êxito do SPD depende, entre muitos fatores, da correção da acidez do solo e dos níveis de fertilidade, principalmente de fósforo, até 30-40 cm de profundidade, antes da adoção do sistema (BALBINO et al., 1996; FREIRE et al., 2001). Após a correção do pH e do alumínio trocável do solo e posterior implantação do SPD, deve-se realizar a calagem com pequenas doses anuais, ao invés de altas doses a cada três ou quatro anos, como

acontece no sistema convencional (LOPES, 1999), e aplicar o calcário na superfície do solo, não o incorporando (CAIRES et al., 2000).

O SPD apresenta maior eficiência de aproveitamento do P, devido ao não revolvimento do solo, que reduz o contato entre o fertilizante fosfatado e as partículas do solo. Ademais, a presença de resíduos vegetais na superfície do solo propicia maior umidade, o que facilita o processo de difusão do P até as raízes (CAIRES, 2000).

No SPD, é importante manejar adequadamente os níveis e a disposição do adubo no solo. O acúmulo excessivo de nutrientes na superfície do solo provoca inibição do desenvolvimento radicular das plantas e restringe a expressão do potencial produtivo do feijoeiro (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2002; KLUTHCOUSKI et al., 2002). As maiores concentrações dos sais nas camadas superficiais do solo podem ser reduzidas com o uso de máquinas semeadoras adaptadas com facas, as quais possibilitam a incorporação mais profunda do adubo.

Nos primeiros anos no SPD, há necessidade de maiores quantidades de nitrogênio, devido ao acúmulo de matéria orgânica, que gera perdas por imobilização, por desnitrificação e por lixiviação (TISDALE et al., 1993). Entretanto, com o decorrer do tempo e estabilização do sistema, ocorre equilíbrio no balanço de nitrogênio produzido e consumido, desde que se faça rotação gramínea-leguminosa na seqüência das culturas (THUNG; OLIVEIRA, 1998).

A perda de $N-NH_3$ é grande no SPD, quando a uréia é aplicada em cobertura na superfície do solo, mas ela pode ser reduzida com a incorporação do adubo por meio da irrigação após a adubação.

O acompanhamento das condições químicas e físicas do solo cultivado no SPD deve ser constante, principalmente nos primeiros anos de adoção do sistema, de forma que as informações obtidas subsidiem a recomendação de fertilizantes e corretivos e garantam a sustentabilidade do sistema.

DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DO FEIJOEIRO

O monitoramento nutricional objetiva o acompanhamento sistemático dos fatores de produção que afetam a produtividade vegetal, com vistas a orientar o processo de diagnose nutricional e de recomendação de nutrientes, em consonância com os princípios da tecnologia de aplicação de dose variável ou adaptada a cada ambiente, ou condição de cultivo, e com a necessidade de otimizar os recursos de fertilização em função dos custos (FONTES, 2001).

Um dos principais métodos utilizados para avaliar o estado nutricional do feijoeiro é a diagnose foliar. A planta funciona como extrator do nutriente do solo e permite uma avaliação direta de seu estado nutricional, pois a folha é o centro das atividades fisiológicas e, antes do florescimento, é o principal local para onde os nutrientes absorvidos pelas raízes são transportados. As concentrações dos nutrientes nos tecidos vegetais são interpretadas, geralmente, por meio da comparação com valores-padrão preestabelecidos e fornecidos em tabelas, obtidos em plantas muito produtivas, preferencialmente da mesma variedade, e que tenham nos seus tecidos todos os elementos em quantidades e proporções adequadas, para determinada condição edafoclimática.

Há interesse crescente pelo uso da diagnose foliar, principalmente na agricultura empresarial, em que os riscos devem ser minimizados para garantir o retorno aos investimentos aplicados na produção.

A análise foliar deve ser complementar à análise de solo, garantindo uma avaliação mais eficiente e indicando ou não a necessidade de alteração dos programas de adubação.

O sucesso da análise foliar na avaliação do estado nutricional da planta envolve uma série de procedimentos de amostragem no campo e de análise no laboratório. Na etapa de amostragem, algumas recomendações devem ser seguidas para não mascarar os resultados: não amostrar fo-

lhas próximas ao solo ou cobertas com poeira, danificadas por insetos, injuriadas mecanicamente ou com sintomas de doenças. Folhas sujas de poeira, terra, resíduos de adubos ou outros possíveis contaminantes devem ser lavadas e depois colocadas sobre papel absorvente para retirar o excesso de umidade; não amostrar em áreas com alta umidade e plantas com estresse por alta temperatura; não colocar amostras em saco plástico, porque as folhas túrgidas deterioram-se rapidamente (THUNG; OLIVEIRA, 1998); as folhas devem ser colocadas em saco de papel ou de pano, com identificação e encaminhado rapidamente ao laboratório para análise; as folhas devem ser amostradas até o estágio de pleno florescimento, porque a partir deste a planta começa a mobilizar os nutrientes para os órgãos reprodutivos, havendo diminuição significativa da concentração de nutrientes nos tecidos foliares. Na amostragem foliar, recomenda-se coletar 30-40 folhas trifolioladas do terço mediano da planta, no florescimento (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994; MARTINEZ et al., 1999).

De posse do resultado da análise foliar, as decisões só poderão ser implementadas no cultivo posterior, pois, com o ciclo curto do feijoeiro e o tempo gasto entre a tomada das amostras e a obtenção dos resultados, a planta atinge um estágio de desenvolvimento em que não mais responde à adubação de correção.

Na interpretação dos resultados da análise foliar podem ser utilizados diferentes métodos, como nível crítico (NC), faixa de suficiência (FS) e *Diagnose and Recommendations Integrated System* (DRIS).

O NC (Quadro 7) é a faixa de concentração do nutriente no tecido vegetal, abaixo da qual a planta apresenta carência nutricional e acima pode ocorrer toxicidade. Quando o teor do nutriente encontra-se na FS (Quadro 7) indica que a cultura está adequadamente nutrida. Abaixo dessa concentração pode haver deficiência nutricional e acima pode ocorrer desequilíbrio nutricional ou toxidez, comprometendo a

QUADRO 7 - Faixa de suficiência (FS), de macro e micronutrientes para a interpretação dos resultados de análise da matéria seca de folhas do feijoeiro

Nutriente	⁽¹⁾ FS (mg/kg)	Nutriente	⁽¹⁾ FS (dag/kg)
N	3,00 - 3,50	B	100 - 150
P	0,40 - 0,70	Cu	8 - 10
K	2,70 - 3,50	Fe	300 - 500
Ca	2,50 - 3,50	Mn	200 - 300
Mg	0,30 - 0,60	Zn	45 - 55
S	0,15 - 0,20	⁽²⁾ Mo	^(A) 1 - 5

FONTE: Dados básicos: Martinez et al. (1999) e (A) Hall e Schwartz (1993).

(1) Menor e maior concentrações correspondem aos níveis críticos inferior e superior, respectivamente. (2) Método do iodeto de potássio (EIVAZI et al., 1982 apud PESSOA, 1998).

produtividade do feijoeiro. A toxidez nutricional é observada especialmente para os micronutrientes. Ela está associada a altas doses de fertilizantes (minerais, orgânicos, resíduos industriais), solos com baixo pH (Fe, Cu, Zn e Mn), solos com material de origem rico no elemento e espécie, ou cultivar com alta capacidade de absorção e translocação do nutriente.

Na interpretação por meio do NC e da FS (Quadro 7), considera-se que a concentração de um nutriente independe da dos demais (MALAVOLTA et al., 1997), não levando em consideração as relações e as interações entre os nutrientes e a não-definição daqueles que mais limitam a produtividade da cultura. Quando o feijoeiro tem grande crescimento vegetativo, causado por excesso de nitrogênio, por exemplo, pode ocorrer efeito de diluição, o que resulta em baixo teor total dos nutrientes.

O método do DRIS permite identificar a ordem de limitação nutricional, agrupando os nutrientes desde o mais limitante por deficiência até aquele que está em nível excessivo, não indicando se determinado nutriente encontra-se em níveis de carência ou toxidez (MARTINS et al., 1999). Por este método, identifica-se o balanço dos nutrientes e determina-se se o crescimento da planta está sujeito à limitação de natureza nutricional ou não-nutricional (BATAGLIA et al., 1996). No DRIS, o uso das relações tem sido indicado para sobrepujar as limita-

ções impostas pelos efeitos de diluição e de concentração.

No Brasil, o DRIS ainda não foi intensamente testado quanto à utilidade, à precisão, à facilidade de uso, dentre outros atributos, na cultura do feijoeiro, devido a não-familiaridade e à falta de dados de campo sobre calibração e correção do método. O uso do método limita-se apenas a algumas culturas, como citros, café, milho, algodão, soja e eucalipto. Wortmann et al. (1992) modificaram o DRIS para utilizá-lo no feijoeiro, mas o sistema precisa ser testado nas condições brasileiras.

Um método que vem sendo utilizado na cultura da soja é o *Plant Analysis with Standardized Scores* (PASS) - análises de plantas com valores padronizados, que associa os pontos positivos do DRIS e da faixa de suficiência. Entretanto, esse método foi pouco estudado quanto à praticidade e precisão, não sendo ainda utilizado no feijão.

O uso de medidores portáteis de clorofila (clorofilômetro) tem agilizado o diagnóstico do estado nutricional nitrogenado das plantas, sendo empregado com grande sucesso nas culturas do milho, arroz, trigo, algodão, batata, e outras. O aparelho determina a intensidade de cor verde das folhas e a leitura correlaciona-se muito bem com a produtividade e com os teores de clorofila e de nitrogênio da planta. No feijoeiro, o clorofilômetro Minolta SPAD-502 foi usado

com êxito na estimativa da concentração de N nas folhas do feijoeiro (STONE et al., 2002) e na orientação para a recomendação da adubação nitrogenada (SILVEIRA et al., 2002). A técnica parece ser promissora e deve ser aperfeiçoada. Novos trabalhos são necessários para maximizar a eficiência do manejo da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro, aperfeiçoando o uso do clorofilômetro diante das diversas situações edafoclimáticas e variedades cultivadas, objetivando o diagnóstico do estado nutricional nitrogenado o mais cedo possível, de modo que possibilite a correção de possíveis deficiências durante a safra em curso.

A avaliação do diagnóstico deve ser realizada pelo produtor para acompanhar e verificar sua exatidão. Os extensionistas e os agricultores devem ser informados das possibilidades e limitações das aproximações da diagnose foliar e do seu caráter complementar à análise de solo. A decisão de adubar deve ser tomada de modo que a recomendação realizada gere ganho de produtividade compatível com os gastos de adubação.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. 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.43-60.
- AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molibídica. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.41, n.234, p.202-216, mar./abr. 1994.
- ANDRADE, M.J.B. de; ALVARENGA, P.E. de; SILVA, R. da; CARVALHO, J.G. de; LUNKES, J.A. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molibídica e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. p.79-81. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).

- ARAÚJO, G.A. de A.; THOMAS, A.; SILVA, A.A. da; CARDOSO, A.A.; TEIXEIRA, A.R. Mistura de herbicidas com adubo molibdico na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.458-460.
- BALBINO, L.C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, J.G. da; OLIVEIRA, E.F. de; OLIVEIRA, I.P. de. Plantio direto. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.301-352.
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS/UFV, 1996. p.647-660.
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.7, p.473-480, jul. 1996.
- CAIRES, E.F. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto: experiências no estado do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2000, Santa Maria. **Fertibio 2000**. Santa Maria: SBCS, 2000. CD-ROM.
- _____; BANZATTO, D.A.; FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.161-169, jan./mar. 2000.
- COSTA, E.F. da; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS/Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 315p.
- FERREIRA, A.C. de B.; ARAÚJO, G.A. de A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. Características agrônomicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v.25, n.1, p.65-72, Jan./June 2003.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 734p. Simpósio sobre Micronutrientes na Agricultura, Jaboticabal, 1988.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122p.
- FREIRE, F.M.; VASCONCELLOS, C.A.; FRANÇA, G.E. de. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.49-62, jan./fev. 2001.
- HALL, R.; SCHWARTZ, H.F. Common bean. In: BENNETT, W.F. (Ed.). **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1993. p.143-147.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre o rendimento do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.721-724.
- _____; OLIVEIRA, I.P. de; THUNG, M. Efeito do manejo do solo sobre o desenvolvimento radicular do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.725-727.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.2, p.363-376, abr./jun. 2000.
- LOPES, A.S. Recomendações de calagem e adubação no sistema plantio direto. 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.93-98.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de; SOUZA, R.B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fer - tilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.
- MARTINS, O.C.; LIMA, R.O.; VIVIANI, C.A.; BORGES, F.G. Aplicação do DRIS, do PASS e do PIDAP (Programa Integrado de Diagnósticos para Aumento da Produtividade) no monitoramento nutricional de soja e algodão. In: SIMPÓSIO MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1999. CD-ROM.
- OLIVEIRA, I.P. de; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.169-221.
- PESSOA, A.C. dos S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.
- _____; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI, S.T.A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.75-84, jan./mar. 2000.
- 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.
- RODRIGUES, J.R. de M.; ANDRADE, M.J.B. de.; CARVALHO, J.G. de. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicadas via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.3, p.323-333, jul./set. 1996.
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura**

do feijoeiro comum no Brasil . Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.353-390.

_____; MARUBAYASHI, O.M. Seja doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.68, dez. 1994. Encarte Arquivo do Agrônomo, n.7, p.1-16.

SÁ, J.C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto** . Castro, PR: Fundação ABC, 1993. 96p.

SILVA, M.V.; ALVES, V.G.; ANDRADE, M.J.B. Aplicação foliar simultânea de molibdênio e defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v.1, p.753-755. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 131).

SILVEIRA, P.M. da.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada na cultivar de feijão Pérola. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa.

Resumos expandidos... Viçosa, MG: UFV, 2002. p.791-793.

STONE, L.F.; SILVA, G. de M. e; MOREIRA, J.A.A. Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.743-746.

THUNG, M. D. T.; OLIVEIRA, I. P. de. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle** . Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 172p.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers** . 5.ed. New York: MacMillan, 1993. 634p.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998a. p.123-151.

_____. **Cultura do feijão** . Viçosa, MG: UFV, 1978. 146p.

_____; NOGUEIRA, A.O.; ARAÚJO, G.A. de A. Adubação nitrogenada e molibídica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.67, n.2, p.117-124, 1992.

VIEIRA, R.F. Quimigação e fertigação. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998b. p.221-266.

_____; RAMOS, M.M. Fertirrigação. 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.111-130.

WORTMANN, C.S.; KISAKYE, J.; EDJE, O.T. The diagnosis and recommendation integrated system for dry bean: determination and validation of norms. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, n.11, p.2369-2379, 1992.

ADQUIRA MUDAS DE QUEM PRODUZ QUALIDADE

A EPAMIG COLOCA NO MERCADO
OS SEGUINTE MATERIAIS:

PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA

RR 101-14 / 1103 P / 420 A / TRAVIÚ
IAC 572 'JALES' / IAC 313 'TROPICAL'
IAC 766 'CAMPINAS'

MUDAS DE PÊSSEGO, NECTARINA,
AMORA-PRETA, AMEIXA, MARMELO
E PÊRA

EPAMIG - Centro Tecnológico do Sul de Minas
FAZENDA EXPERIMENTAL DE CALDAS
AV. SANTA CRUZ, 500 CP 33
CEP: 37780-000 - CALDAS - MG
TELEFAX: (35) 3735-1101
e-mail: epamig@epamigcaldas.gov.br



Prosa Rural



O Programa de Rádio da Embrapa

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Serviço de Informação Científica e Tecnológica
Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte II/col
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 340-9999 Fax: (61) 340-2763
www.act.embrapa.br
sac@act.embrapa.br



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Irrigação

Pedro Marques da Silveira¹

Luis Fernando Stone²

Resumo - A produtividade da cultura do feijoeiro é dependente da quantidade de água que lhe é fornecida. Vários fatores interferem no volume de água utilizado pela planta. Não se deve permitir déficit ou excesso de água no solo, para a obtenção de máxima produtividade. Discutem-se a evapotranspiração máxima, o coeficiente de cultura, o método de irrigação por aspersão e os critérios que permitem decidir o momento de irrigar e quantificar a lâmina d'água a ser aplicada por irrigação. A uniformidade de aplicação de água do equipamento de irrigação é aspecto importante para a obtenção de alta produtividade.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Manejo de água. Tensiômetro. Evapotranspiração.

INTRODUÇÃO

O rendimento do feijoeiro é bastante afetado pela condição hídrica do solo. Deficiência ou excesso de água, nos diferentes estádios da cultura, causam redução na produtividade em diferentes proporções. Os efeitos do déficit hídrico iniciam-se, quando a taxa de evapotranspiração supera a taxa de absorção de água pelas raízes e sua transmissão para as partes aéreas da planta. O déficit hídrico está associado, portanto, a uma redução progressiva da água no solo, que acompanha a profundidade radicular. Quanto maior a redução, mais severo será o déficit.

Em condições de excesso de água, o desenvolvimento vegetativo e o rendimento do feijoeiro são bastante prejudicados. O efeito na planta depende do solo, do estágio de desenvolvimento, da cultivar, da temperatura, do tempo de duração do excesso hídrico, entre outros. A respiração é um dos aspectos mais sensíveis da atividade da planta e a redução da sua atividade tem

efeito limitante no desenvolvimento da cultura. O aumento da resistência ao movimento de água, através das raízes, a queda da absorção de nutrientes, o aumento da concentração de substâncias tóxicas na planta e a redução do crescimento e do potencial de água na folha são aspectos negativos que ocorrem, quando há excesso de água. Além disso, essa situação favorece a incidência de doenças radiculares. Em condições de encharcamento, o aparecimento de raízes adventícias é muito comum e facilmente observado.

Assim, para a obtenção de altas produtividades deve-se evitar déficit ou excesso de água no solo em qualquer fase do ciclo do feijoeiro.

PRODUTIVIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA

A produtividade do feijoeiro cresce com o aumento da quantidade de água que lhe é fornecida, até determinado limite. Os dados de Silveira e Moreira (1990), obtidos na

região dos cerrados em feijoeiro de outono-inverno, mostram que a maior produtividade, de 2.325 kg ha⁻¹, foi alcançada com a aplicação de 447 mm de água, durante o ciclo da cultura (Gráfico 1).

Isso significa que foram gastos 2 mil litros de água para produzir 1 quilo de feijão (4.470.000 litros/2.235 kg). Entretanto, não se pode dizer que 447 mm de água seria a quantidade recomendada para o feijoeiro.

Vários fatores interferem na quantidade de água utilizada pela cultura, como relatado a seguir:

- a) cultivar: há influência da cultivar de feijoeiro na quantidade de energia solar interceptada. Esta depende do índice de área foliar, da arquitetura da planta e da extensão e características da superfície transpirante. O sistema radicular também afeta a perda de água, uma vez que suas características (densidade, profundidade e eficiência na absorção de água)

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

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: stone@cnpaf.embrapa.br

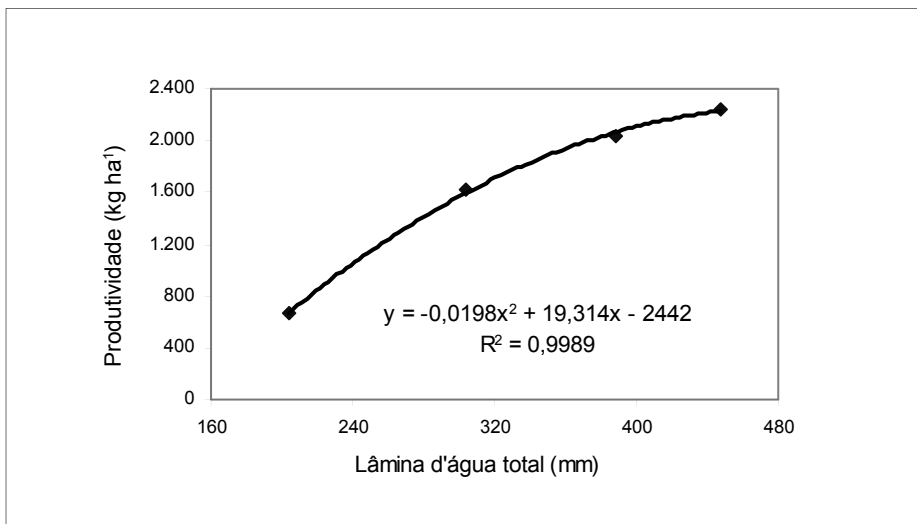


Gráfico 1 - Produtividade do feijoeiro em função da lâmina d'água aplicada

influenciam a quantidade e a velocidade com que a água é absorvida. Em uma mesma cultivar, o consumo de água varia com o seu estágio de desenvolvimento e, entre cultivares, com a duração do ciclo de vida;

b) manejo da cultura: o consumo de água é afetado pelo manejo da cultura, porque ele pode influenciar a arquitetura da planta e o índice de área foliar. Mack e Varseveld (1982) compararam as populações de 43 e 21,5 plantas por m². Verificaram mais rápida depleção da água do solo na maior população. Guimarães et al. (1982) observaram que na população de 30 plantas por m², o feijoeiro consumiu um pouco mais de água do que na população de 20 plantas por m², especialmente na floração;

c) manejo do solo: o efeito do manejo do solo no consumo de água pode ser observado pelos resultados obtidos por Stone e Moreira (2000). Estes autores verificaram que no plantio direto (mais cobertura morta) os feijoeiros foram mais eficientes no uso da água em relação ao sistema de preparo do solo com grade aradora. Com a cultivar Safira, de plantas eretas, a produtividade obtida em plantio direto (mais cobertu-

ra morta), com 280 mm de água, foi semelhante à obtida com 400 mm no preparo com grade, o que representa uma economia de água de 30%. Com a cultivar Aporé, de plantas prostradas, a economia foi menos expressiva. A produtividade máxima dessa cultivar no sistema plantio direto (mais cobertura morta) foi obtida com 343 mm de água, correspondente à obtida com 400 mm no preparo com grade, o que representa uma economia de 14%. A palhada na superfície

do solo reduz a taxa de evaporação, devido à reflexão de energia radiante. A redução da evaporação depende da quantidade da cobertura morta e da arquitetura e desenvolvimento do dossel dos feijoeiros. Assim, quando a palhada é pouca ou é rapidamente decomposta e a cultura cobre rapidamente o solo, o benefício da cobertura morta não é tão expressivo.

Moreira (1999) observou que a economia de água no sistema plantio direto começa a ser significativa com 50% de cobertura do solo pela palhada, implicando em menor número de irrigações do feijoeiro (Gráfico 2);

d) condições climáticas: em condições de ótima disponibilidade de água no solo, a perda de água pela evapotranspiração é função da vegetação e, principalmente, das condições climáticas. A radiação solar, a velocidade do vento, a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que vão determinar a magnitude da evapotranspiração do feijoeiro. Esses fatores variam com a época do ano e, conseqüentemente, a eva-

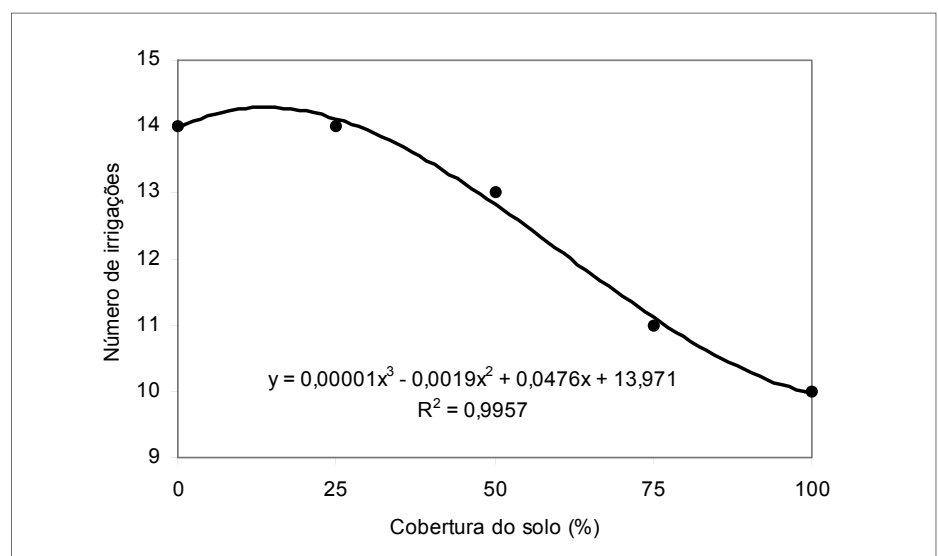


Gráfico 2 - Número de irrigações efetuadas durante o ciclo do feijoeiro, em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada

FONTE: Dados básicos: Moreira (1999).

potranspiração também varia. Isso foi observado por Stone e Silveira (1995), que verificaram que, à medida que se atrasou a semeadura do feijoeiro, a partir de abril, em Goiânia-GO, aumentou-se o consumo total de água.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA

A evapotranspiração máxima do feijoeiro, medida em um determinado local, é função das condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura. O crescimento e o desenvolvimento das plantas, os quais estão naturalmente associados a tipo e fertilidade do solo, época de semeadura, cultivar utilizada e práticas culturais, entre outros, também exercem influência sobre o consumo de água. No entanto, os fatores preponderantes são os relacionados com a demanda evaporativa da atmosfera. O consumo de água, portanto, determinado em condições específicas de um dado local, ano e época de semeadura, não pode ser extrapolado para outras condições em valores absolutos. Para se estimar a necessidade hídrica de uma cultura em uma condição específica, é necessário determinar coeficientes, denominados geralmente “coeficientes de cultura”. Estes são obtidos pela relação entre a evapotranspiração máxima (ETM), medida no campo, e alguns elementos climáticos ou fórmulas de estimativa de evaporação ou evapotranspiração.

Por meio da evaporação do tanque (ECA), estima-se a evapotranspiração de referência (ETO). Assim:

$$ETO = ECA \times K_p$$

em que:

K_p é o coeficiente do tanque.

A relação entre a ETM e a ETO é o coeficiente de cultura (Kc) ou:

$$ETM = ETO \times K_c$$

Em culturas anuais, o valor do Kc aumenta desde a emergência até a cobertura to-

tal do solo, decrescendo, em seguida, até a maturação e a colheita. Steinmetz (1984) determinou os valores do Kc e da evapotranspiração máxima de três fases do ciclo do feijoeiro (Quadro 1), utilizando o lisímetro para medir a ETM e o tanque Classe A para estimar a ETO. Existem, na literatura, algumas variações entre os valores de Kc, devido, possivelmente, à cultivar utilizada e às práticas culturais adotadas. Para fins de planejamento da irrigação, entretanto, essas variações não são muito importantes.

Stone e Silva (1999) determinaram o

coeficiente de cultura para o feijoeiro no sistema plantio direto (Quadro 2) e verificaram que o valor mais elevado, 1,06, ocorreu dos 45 aos 54 dias após a emergência. Comparando com o valor máximo de Kc obtido por Steinmetz (1984), no sistema convencional de plantio, que foi igual a 1,28, observa-se que o sistema plantio direto propiciou uma economia de água de cerca de 20%.

Stone e Silveira (1995) mostraram que a evapotranspiração do feijoeiro varia com a época de semeadura da cultura, conforme o Quadro 3.

QUADRO 1 - Coeficiente de cultura (Kc) e evapotranspiração máxima de três fases do ciclo do feijoeiro - Goiânia (GO)

Fase da cultura	Duração (dias)	Kc	Evapotranspiração máxima (mm/dia)
Germinação ao início da floração	35	0,69	3,4
Floração	25	1,28	6,0
Desenvolvimento de vagens à maturação	20	1,04	4,7

FONTE: Steinmetz (1984).

QUADRO 2 - Coeficientes de cultura do feijoeiro, cultivar Aporé, no sistema plantio direto

Dias após a emergência	Kc	Dias após a emergência	Kc
0 - 14	0,49	55 - 64	0,89
15 - 24	0,69	65 - 74	0,74
25 - 34	0,77	75 - 84	0,48
35 - 44	0,90	85 - 94	0,27
45 - 54	1,06		

FONTE: Stone e Silva (1999).

QUADRO 3 - Evapotranspiração máxima (ETM) do feijoeiro em função dos meses de semeadura - Goiânia (GO)

Mês de semeadura	ETM (mm dia ⁻¹)							ETM ciclo (mm)
	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	
Abril	2,9	4,6	3,9					294,5
Mai		2,5	4,8	4,5				297,5
Junho			2,6	5,5	5,4			336,5
Julho				3,0	6,7	5,3		378,5
Agosto					3,6	6,5	4,8	384,5

MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Na cultura do feijoeiro, a irrigação por aspersão, nos sistemas convencional, autopropelido e pivô central, tem sido o método mais utilizado. Em menor escala, também têm sido utilizadas a irrigação por sulcos e a subirrigação em solos de várzeas. Considerando-se o método de irrigação por aspersão, o sistema pivô central é o mais apropriado para irrigar áreas grandes e, por isso, tem sido o mais usado na cultura do feijoeiro, visto que a lucratividade obtida com essa cultura depende, entre outros fatores, do tamanho da área plantada. É um sistema de irrigação que possibilita bom controle da lâmina d'água aplicada e apresenta grande diversificação de equipamentos e sistemas. De modo geral, a eficiência do sistema está próxima de 70%, podendo alcançar 90% em alguns equipamentos. Em condições severas de clima a eficiência pode ser reduzida a 50%. O vento, a umidade relativa do ar e a temperatura são os principais fatores climáticos que afetam a eficiência da irrigação por aspersão. O vento interfere na uniformidade de distribuição da água aplicada pelos aspersores e, com a temperatura e a umidade relativa do ar, afeta a perda de água por evaporação (BERNARDO, 1989).

A distorção provocada pelo vento dependerá da sua velocidade e do tamanho das gotas de água aplicadas. Quanto maior a velocidade do vento e menor o tamanho das gotas, maior será a distorção na distribuição da água, quando comparada com a conseguida em condições calmas de vento (OLITTA, 1982).

Para minimizar os problemas causados pelo vento em pivô central, os aspersores têm sido montados em tubos de descida ou bengalas. Nesses casos, a intensidade da precipitação cresce, devido à redução na área molhada. Difusores de baixa pressão, devido à menor área molhada, requerem menor espaçamento entre si. Isso pode trazer o inconveniente de possíveis colisões de gotas, provenientes de difusores adjacentes, resultando em locais com intensa aplicação de água, o que reduz, drasticamente, a uniformidade da irrigação.

UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

A uniformidade de aplicação de água em área irrigada influencia diretamente a produtividade da cultura e a energia gasta no bombeamento da água. A produtividade tende a aumentar com melhor uniformidade da irrigação. Se a uniformidade é baixa, a área irrigada apresentará setores com déficit e com excesso de água. Este, por sua vez, representa gasto desnecessário de energia em seu bombeamento. Os setores que recebem menos água produzirão menos. A uniformidade da irrigação em pivôs centrais é afetada pelo diâmetro dos bocais e pressão de operação dos aspersores e pela ação do vento.

A eficiência de aplicação de água (EA) é a relação entre a quantidade de água incorporada ao solo, até a profundidade efetiva do sistema radicular, e a quantidade de água aplicada. As perdas que podem ocorrer na aplicação de água, por meio de aspersores, são resultantes da evaporação que acontece desde a saída do jato de água dos bocais, até a superfície do solo, da percolação para baixo da profundidade efetiva do sistema radicular e do escoamento superficial para fora da área cultivada (SCALOPPI, 1986).

O dimensionamento adequado do sistema de irrigação por aspersão não deve permitir perdas de água por escoamento superficial. Assim, a EA é função apenas da perda por evaporação e deriva causada pelo vento e por percolação profunda. Esta última depende da uniformidade de distribuição de água e da proporção água requerida/água aplicada.

Keller (1979) considera que as perdas decorrentes da deriva pelo vento e da evaporação variam de 5% a 10%. As perdas por evaporação são maiores, quanto menor for a lâmina d'água aplicada. No caso do pivô central, isso ocorre quando a velocidade de operação é alta, ou seja, a água aspergida é colocada em contato com o ar ainda seco, o que favorece a evaporação direta.

As perdas por evaporação e deriva,

causada pelo vento, variam com a lâmina d'água aplicada, com a velocidade do vento e com a demanda evaporativa da atmosfera. Como as perdas por percolação profunda são difíceis de avaliar em sistemas de irrigação por aspersão, também fica difícil determinar a EA que deve ser usada no cálculo da lâmina bruta. Seria necessário considerar, em cada irrigação, um valor de EA, dependendo da lâmina d'água a ser aplicada e das condições climáticas vigentes. Dessa maneira, considera-se que culturas de elevado valor econômico, como o feijoeiro irrigado, requerem aplicação de água mais uniforme possível. Keller (1979) recomendou utilizar, para o cálculo da quantidade de água a ser aplicada em culturas de elevado valor econômico, o valor do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), como estimativa da EA, por ser índice de uniformidade relativamente ríginoso.

As perdas por percolação e a porcentagem da área deficientemente irrigada são tanto menores, quanto maior for o valor de CUD, ou seja, quanto mais uniforme for a distribuição da água na área irrigada.

A CEMIG (1993) avaliou a uniformidade de aplicação de água de 11 pivôs centrais localizados em regiões tipicamente agrícolas do estado de Minas Gerais. O número de amostras por região foi proporcional à quantidade de pivôs. As regiões avaliadas são apresentadas no Quadro 4, e a localização delas pode ser visualizada na Figura 1. Vê-se, no Quadro 4, que os pivôs apresentaram uniformidade de aplicação de água média de 80,1%, pouco acima do limite de 80% recomendado. Entretanto, houve casos em que a uniformidade esteve abaixo da recomendada. Em quatro pivôs, observou-se que o valor de CUD foi menor que o recomendado, que é de 70%, e o menor valor foi constatado no pivô nº 2, o mesmo que apresentou menor valor de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Os resultados mostram que quase metade dos pivôs tiveram algum problema de uniformidade de distribuição de água.

Andrade et al. (2002) obtiveram valores da produtividade do feijoeiro em função da uniformidade de aplicação da água de irrigação (Quadro 5). Quando o CUD diminuiu de 86% para 66%, a produtivida-

de do feijoeiro decresceu de 2.759 para 2.423 kg ha⁻¹, o que significa que em área irrigada de 100 ha, a redução total na produção seria de 33.600 kg, ou seja, de 560 sacas.

QUADRO 4 - Fazenda, localização, CUC e CUD dos pivôs centrais avaliados

Número	Fazenda	Localização	CUD (%)	CUC (%)
1	Veneza	Araguari	86,9	79,8
2	Santa Fé	Uberaba	63,6	53,6
3	Bagagem de Baixo	Planura	83,9	80,1
4	Pampa	Presidente Olegário	84,9	78,6
5	Santa Cruz	São Gonçalo do Abaeté	81,4	70,3
6	Agropecuária Campo Lindo	Brasília de Minas	78,6	70,8
7	Arapuim Agropecuária	Januária	78,5	63,1
8	Agropasto	Manga	84,7	72,3
9	Rio Dourado Empreendimentos Rurais	Taiobeiras	74,9	67,0
10	Oriente	Paraguaçu	80,3	70,8
11	Agropecuária Michels	Iraí de Minas	83,3	69,9
Média			80,1	70,6

FONTE: CEMIG (1993).

NOTA: CUC - Coeficiente de uniformidade de Christiansen; CUD - Coeficiente de uniformidade de distribuição.

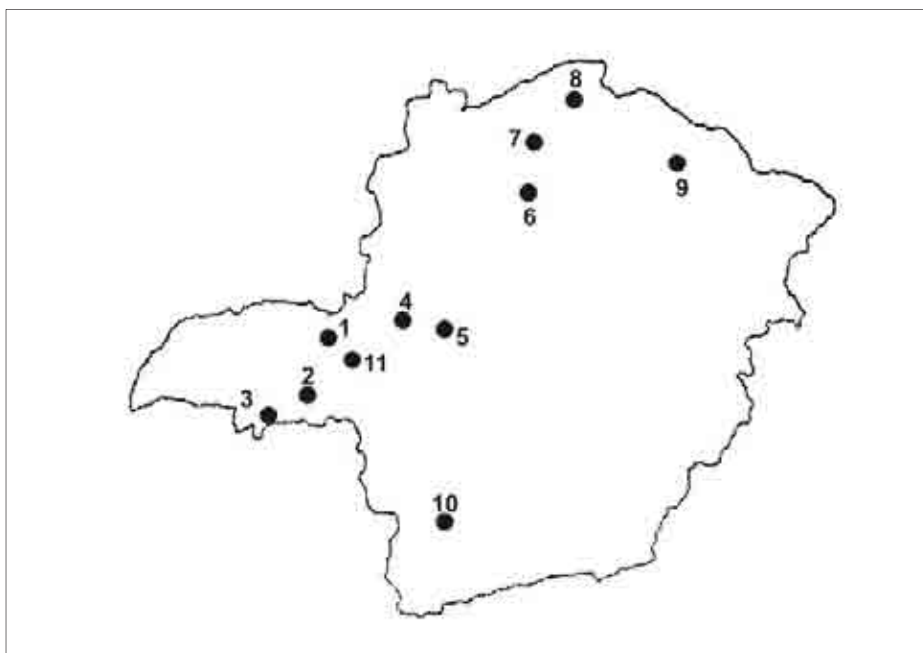


Figura 1 - Localização dos pivôs centrais estudados em Minas Gerais

FONTE: CEMIG (1993).

QUADRO 5 - Rendimento do feijoeiro em função do CUC

CUC (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
86	2.759
66	2.423

FONTE: Dados básicos: Andrade et al. (2002).

NOTA: CUC - Coeficiente de uniformidade de Christiansen.

MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

O manejo adequado da irrigação do feijoeiro consiste em fornecer água ao solo no momento oportuno (quando irrigar) e na quantidade suficiente (quanto irrigar), para atender à necessidade hídrica das plantas. Esse manejo tem como objetivos: maximizar a produtividade da cultura, minimizar o uso de água e o custo de energia, aumentar a eficiência de adubos, diminuir a intensidade de doenças e manter, ou melhorar, as condições químicas e físicas do solo. Apesar de todos esses benefícios, a maioria dos produtores de feijão irrigado não dá a devida importância ao manejo da irrigação. Várias causas podem ser citadas para explicar essa atitude: baixo custo da água, carência de dados edafoclimáticos, baixa prioridade em relação às outras práticas culturais e desconhecimento da técnica (SILVEIRA et al., 2001). Quanto à água, por enquanto o insumo nada custa ao produtor irrigante, mas isso vai durar pouco. Pela Constituição Brasileira, os recursos hídricos são de propriedade do Estado. A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), diz no Inciso 1 do Art. 1º: a água é um bem de domínio público. O Inciso 4 do Art. 5º institui a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Com referência à energia elétrica, é certo que diminuirão ou acabarão as tarifas especiais para irrigação.

Quando irrigar

O fornecimento de água no momento oportuno exige que se faça um manejo adequado da irrigação. Para isso, são apresentados os métodos do tensiômetro e do tanque Classe A. Pela simplicidade e

praticidade é dada maior ênfase ao método do tensiômetro.

Tensiômetro

O tensiômetro constitui-se de um tubo plástico, de comprimento variável, cuja extremidade inferior tem uma cápsula de porcelana porosa. É fechado hermeticamente na extremidade superior, onde se encontra um manômetro de mercúrio ou um vacuômetro metálico tipo Bourdon, que atua como elemento indicador do vácuo existente dentro do aparelho, quando ele está em operação.

O vacuômetro metálico geralmente fornece valores de tensão em centibar ou em milímetro de mercúrio (mmHg), mas eles também podem ser dados em centímetros de água, bar ou Pascal (Pa), de acordo com as relações:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1033 \text{ cm H}_2\text{O} = 1,013 \text{ bar} = 101,3 \text{ kPa}$$

O tensiômetro com vacuômetro tem o seu emprego mais recomendado para o controle das irrigações no campo, em virtude de sua simplicidade e facilidade de operação, comparado com o tensiômetro provido de manômetro de mercúrio (AZEVEDO; SILVA, 1999).

Interpretação das leituras

O tensiômetro mede diretamente a tensão de água e, indiretamente, a porcentagem de água do solo. Valores baixos indicam solo úmido e valores altos, solo seco. No tensiômetro, a capacidade para leituras de tensão vai até 0,8 bar (80 kPa). Com tensões maiores do que essa, entra ar nos poros da cápsula de cerâmica e o aparelho pára de funcionar. Por isso, ele avalia indiretamente somente parte da água disponível do solo. Em latossolos dos cerrados, o tensiômetro avalia 65% ou mais da água disponível (AZEVEDO et al., 1983).

Para o feijão, uma leitura de 0-0,1 bar (0-10 kPa) indica solo muito úmido para a cultura. Leituras entre 0,1 e 0,3-0,4 bar (10 a 30-40 kPa) representam condições ideais de água e arejamento do solo. À medida que as leituras ultrapassam 0,4 bar

(40 kPa), a água começa a se tornar limitante para a cultura. Esse processo é acelerado em regiões de alta demanda atmosférica.

Instalação no campo

O tensiômetro deve ser instalado na lavoura de feijão após a emergência das plantas e depois de três a quatro irrigações, quando o solo já se encontra com teor de água suficiente para o funcionamento do aparelho.

Com o auxílio de um cano de ferro ou de um trado do diâmetro do tubo do tensiômetro, faz-se um buraco até a profundidade desejada. Em seguida, introduz-se o tensiômetro nesse buraco. O bom contato da cápsula com o solo é fundamental para obter leituras precisas. A adição de um pouco de terra solta e água no espaço entre o tensiômetro e a “parede” ajuda a melhorar esse contato. Deve-se ter o cuidado para não danificar o vacuômetro metálico ao introduzir o tensiômetro no solo.

Posição junto às plantas e profundidades de instalação

O tensiômetro deve ser instalado entre as fileiras de feijão e em duas profundidades, uma a 15 cm e outra a 30 cm, lado a lado. A esse conjunto dá-se o nome de bateria. A profundidade é medida a partir da

metade da cápsula. A leitura do tensiômetro de 15 cm indica a tensão média da camada superficial de solo de 0-30 cm, a qual engloba a quase totalidade das raízes do feijoeiro. Esse tensiômetro é chamado tensiômetro de decisão (SAAD; LIBARDI, 1992), porque indica o momento da irrigação (quando irrigar). O tensiômetro instalado a 30 cm é chamado tensiômetro de controle. Este último indica se a irrigação está sendo bem-feita, para que não haja excesso ou falta d'água. Ao lado da bateria de tensiômetros, deve ser instalado um pluviômetro, a cerca de 1,0 m de altura. Este servirá para a coleta da água de irrigação ou da chuva e, também, como referência para a localização dos tensiômetros no campo.

Número de baterias e locais de instalação

Devem ser instaladas três baterias de tensiômetros na área irrigada. A Figura 2 mostra o posicionamento dos tensiômetros instalados na área irrigada por pivô central.

Nos sistemas convencional e autopropelido, o tensiômetro se presta, principalmente, para o acompanhamento da tensão da água do solo e como instrumento de validação do turno de rega implantado. No pivô central, ele é o instrumento mais

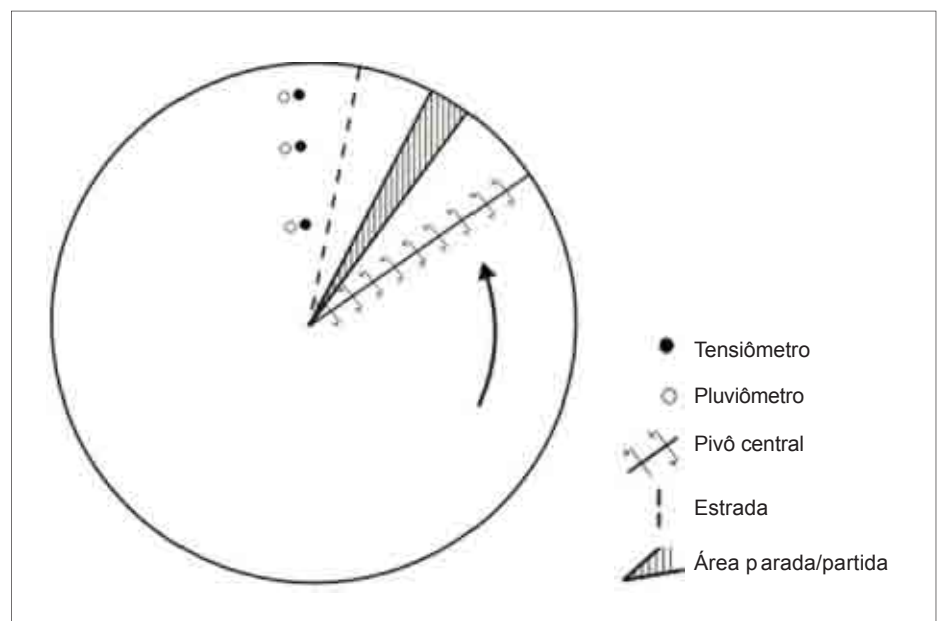


Figura 2 - Posicionamento dos tensiômetros em área irrigada por pivô central

prático para indicar o momento da irrigação. Neste sistema, as baterias devem ser instaladas a 4/10, 7/10 e 9/10 do raio do pivô, em linha reta a partir da base (SILVEIRA; STONE, 1994). Dessa forma, cada bateria representa, aproximadamente, 33,3% da área irrigada. Observa-se na Figura 2 que o pivô central, ao movimentar-se no sentido da seta, tem a posição de parada/partida sempre antes da linha dos tensiômetros. A parada nessa posição pode ser automática ou manual. Assim, os tensiômetros são os “sinaleiros”. O equipamento só é ligado, quando o “sinal” abre, ou seja, quando a média das leituras dos tensiômetros de decisão indicar o momento da irrigação.

Havendo desuniformidade de solos, os tensiômetros devem ser instalados nas áreas mais representativas do terreno, evitando-se pontos em pequenos aclives ou depressões. Um detalhe muito importante é que os tensiômetros, por serem equipamentos de leituras pontuais, devem ser instalados após a verificação da uniformidade de distribuição de água do equipamento de irrigação. Esse procedimento servirá como orientação, para que as baterias sejam instaladas em locais que recebem lâminas d'água semelhantes, evitando-se que a área de uma bateria receba mais ou menos água que a outra, o que interferiria nas leituras e não representaria a condição de umidade da área como um todo. Assim, se necessário, pequenos deslocamentos podem ser feitos nos locais das baterias de tensiômetros.

Valor da leitura para irrigação

Na literatura são relatados diferentes valores máximos que a tensão da água no solo pode atingir, de maneira que não ocorra redução na produtividade do feijoeiro. A diferença entre os valores deve-se, principalmente, à profundidade da medição, à distância de instalação em relação ao feijoeiro e à demanda atmosférica. Boa recomendação (SILVEIRA; STONE, 1994) é promover irrigação toda vez que a média das três baterias dos tensiômetros de decisão, instalados a 15 cm de profundidade, alcançar a faixa de 0,3-0,4 bar (30-40 kPa).

Em solos de cerrado, com baixa retenção de água, ao atingir essa faixa de tensão, já foram consumidos de 50% a 60% da água disponível, principalmente se se considerar a capacidade de campo (CC) desses solos, como o teor de água correspondente à tensão na faixa de 0,08 a 0,1 bar (8 a 10 kPa). As irrigações, com base nas leituras dos tensiômetros, devem-se iniciar 15 a 20 dias após a emergência das plantas. Logo após a semeadura, devem-se fazer irrigações mais frequentes, para manter a camada superficial do solo sempre úmida, favorecendo a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas e repondo a água na camada do solo abrangida pelo tensiômetro de decisão.

Considera-se que houve bom manejo da irrigação, quando a tensão de água no solo, durante o ciclo de vida da cultura, variar de acordo com o apresentado no Gráfico 3. Nota-se, nessa figura, que o tensiômetro de decisão não causou excesso (abaixo de 0,1 bar ou 10 kPa-CC) ou déficit (acima de 0,4 bar ou 40 kPa) de água no solo.

A irrigação deve ser suspensa, quando as folhas de feijão tornam-se amareladas pelo amadurecimento.

Método do tanque Classe A

Este método consiste num tanque de aço inoxidável ou galvanizado, com 121,9 cm

de diâmetro interno e 25,4 cm de profundidade e que deve ser enchido com água até 5 cm da borda superior. Na medição da evaporação da água, feita com um micrômetro de gancho ou outro instrumento, estão integrados os efeitos da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar, os quais também atuam na planta. Entretanto, pelo fato de os processos de evaporação da água livre no tanque (ECA) e de a evapotranspiração máxima da cultura (ETM) serem semelhantes apenas nos seus aspectos físicos, devem ser considerados dois coeficientes: coeficiente do tanque Classe A (K_p), e coeficiente da cultura (K_c). Para converter ECA em ETM, empregue esta equação:

$$ETM = ECA \times K_p \times K_c$$

Portanto, o “quando irrigar” ocorrerá assim que a soma dos valores de evaporação de tanque, multiplicada pelos coeficientes, alcançar o valor da lâmina líquida de irrigação, previamente determinada, a ser aplicada à cultura.

As avaliações dos coeficientes K_p e K_c constituem a principal dificuldade do uso do método do tanque. Valores para K_p podem ser obtidos no trabalho de Doorenbos e Kassam (1979).

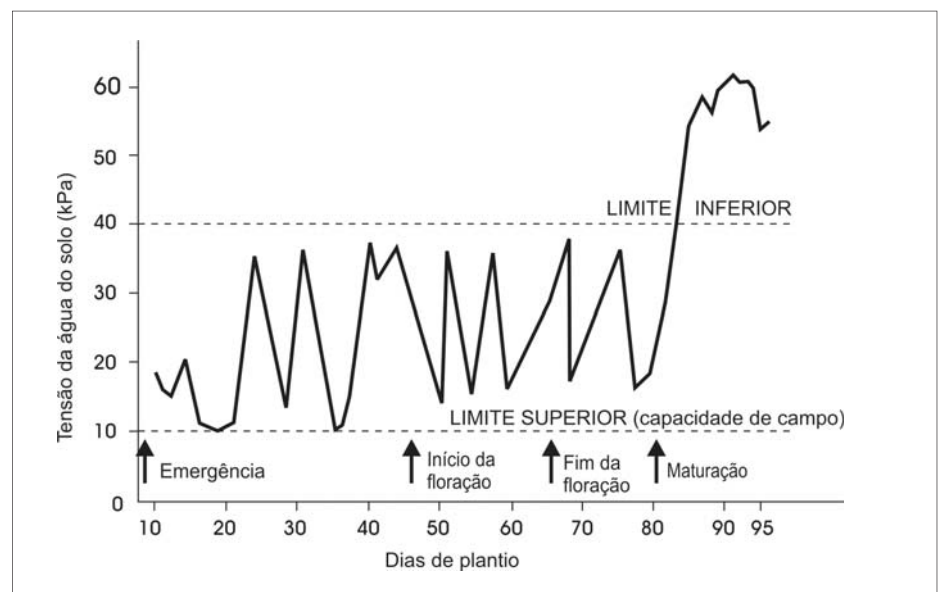


Gráfico 3 - Comportamento da tensão de água do solo durante o ciclo de vida do feijoeiro

Quanto irrigar

Método da curva de retenção de água no solo

A curva de retenção relaciona o teor ou o conteúdo de água no solo com a força (tensão) com que ela está retida nele (Gráfico 4). Ela é determinada em laboratório, preferencialmente com amostras indeformadas, coletadas em anéis apropriados, submetidas a diferentes tensões, com o auxílio de placas porosas, em câmaras de pressão. Obtém-se a curva relacionando o teor de água do solo com diversas tensões, como: 0,1; 0,3; 0,6; 1,0; 3,0 e 15 bar (10; 30; 60; 100; 300 e 1500 kPa).

A avaliação da curva de retenção permite uma estimativa rápida da disponibilidade de água no solo para as plantas, em determinada profundidade de solo. Assim, pode-se determinar a quantidade máxima de armazenamento de água (capacidade de campo), o armazenamento mínimo (ponto de murchamento) e o armazenamento em qualquer ponto da curva.

Cálculo da lâmina de irrigação

A quantidade de água ou lâmina líquida de irrigação (LL), utilizando-se a curva de retenção, é o resultado da diferença entre a quantidade máxima de água (CC) e a quantidade de água existente no solo na tensão para reinício da irrigação (MI), multiplicado pela espessura da camada de solo considerada (PC). Assim:

$$LL = (CC - MI) \times PC$$

Na realidade, a lâmina d'água a ser aplicada nada mais é do que o déficit de água existente no solo no momento de reiniciar a irrigação. No Gráfico 4, a quantidade máxima de água no solo (CC) ocorre na tensão de 10 kPa, que corresponde a 0,28 cm³/cm³. A quantidade de água no momento da irrigação (MI), considerada, no caso, igual a 0,3 bar (30 kPa), é igual a 0,23 cm³/cm³.

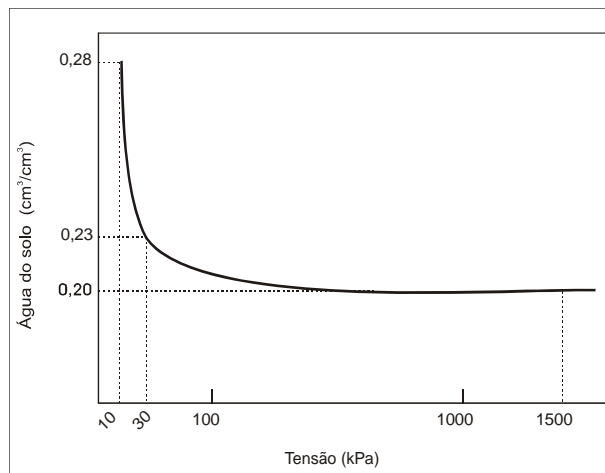


Gráfico 4 - Curva de retenção de água no solo

Utilizando-se do Gráfico 4 para exemplificar o cálculo da LL, para uma camada de solo de 0-30 cm de profundidade (PC), tem-se:

$$LL = (0,28 - 0,23) \times 30 \text{ cm} = 1,5 \text{ cm} = 15 \text{ mm}$$

Logo, toda vez que a média dos tensiômetros de decisão atingir 0,3 bar (30 kPa), a LL será de 15 mm.

A lâmina bruta de irrigação (LB) será dada pela equação:

$$LB = \frac{LL}{EA}$$

em que:

EA = eficiência de aplicação de água do equipamento = CUD.

Se a EA do equipamento de irrigação, por exemplo, for igual a 0,83, a LB será:

$$LB = \frac{15}{0,83} = 18 \text{ mm}$$

O mesmo cálculo pode ser feito, se se considerar o momento de irrigação (MI) igual a 0,4 bar (40 kPa) ou a outro valor. Observa-se que, por esse método, o agricultor, dispondo da curva de retenção de água do seu solo, pode conhecer a quantidade de água de irrigação antes mesmo de fazer o plantio do feijão e esse é o único cálculo necessário.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.A. de B.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; FRIZZONE, J.A.; FREITAS, P.S.L. de; BERTONHA, A. Variáveis de produção

da cultivar de feijão Iapar 57 em função da uniformidade de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.441-444.

AZEVEDO, J.A. de; SILVA, E.M. da. **Tensiômetro**: dispositivo prático para controle da irrigação. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1999. 39p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 1).

_____; _____. RESENDE, M.; GUERRA, A.F. **Aspectos sobre manejo da irrigação por aspersão para o cerrado**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1983. 53p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 16).

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 596p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 2004.

CEMIG. **Estudo de otimização energética**: setor irrigação – pivô-central. Belo Horizonte, 1993. 22p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego & Drenaje, 33).

GUIMARÃES, C.M.; STEINMETZ, S.; PORTES E CASTRO, T. de A. Uso de microlisímetros na determinação da evapotranspiração do feijoeiro da seca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.133-137. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).

KELLER, J. Sprinkler irrigation. In: SOIL CONSERVATION SOCIETY. **National engineering handbook**. 2.ed. Washington, 1979. cap.11.

MACK, H. J.; VARSEVELD, G. H. Response of bush snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to irrigation and plant density. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.2, p.286-290, Mar. 1982.

MOREIRA, J.A.A. **Estudo da tensão da água do solo para as culturas do feijão, milho e trigo, cultivados em plantio direto, visando a irrigação por aspersão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 6p. (Embrapa. Programa Recursos Naturais. Subprojeto 01094337-18). Relatório de Andamento.

OLITTA, A.F.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1982. 267p.

SAAD, A.M.; LIBARDI, P.L. **Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante**. São Paulo: IPT, 1992. 27p.

SCALOPPI, E.J. Características dos principais sistemas de irrigação. **ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.25, p.22-27, 1986.

SILVEIRA, P.M. da; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.63-67, jan./abr. 1990.

_____; STONE, L.F. **Manejo da irrigação do feijoeiro**: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Goiânia: EMBRAPA-CNPAC/Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 46p. (EMBRAPA-CNPAC. Circular Técnica, 27).

_____; _____. SILVA, J.G. da. Manejo da água de irrigação. In: SILVEIRA, P.M. da; STONE, L.F. (Ed.). **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p.139-169.

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAC, 1984. 4p. (EMBRAPA-CNPAC. Pesquisa em Andamento, 47).

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, abr. 2000.

_____; SILVA, S.C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Não paginado. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 25).

_____; SILVEIRA, P.M. da. **Determinação da evapotranspiração para fins de irrigação**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAC, 1995. 49p. (EMBRAPA-CNPAC. Documentos, 55).

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA AGROPECUÁRIA

- Efeitos benéficos da matéria orgânica
- Impactos ambientais da deposição de lixo e resíduos
- Tratamento de resíduos sólidos
- Tecnologias para tratamento de resíduos
- Fossa séptica



Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3488-6688
sac@epamig.br

Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto

Tarcísio Cobucci¹
José Geraldo Di Stefano²
João Kluthcouski³
Dionídio Feitosa Sousa⁴

Resumo - O feijoeiro, por ser planta de ciclo curto, é muito sensível à competição exercida pelas plantas daninhas, cujo controle consiste na adoção de certas práticas que resultam na redução da infestação, mas não necessariamente na sua completa eliminação. O período crítico de competição das plantas daninhas com o feijoeiro situa-se entre 15 e 30 dias após a emergência da cultura. Os métodos de controle podem ser preventivo, cultural, mecânico, químico e a combinação de todos estes. O controle preventivo envolve o uso de práticas que visam prevenir a introdução, estabelecimento e/ou disseminação de determinadas espécies em área ainda não infestada. O controle cultural consiste em aproveitar as próprias características do feijoeiro e das plantas daninhas, de modo que a cultura leve vantagem sobre as invasoras. O controle mecânico faz uso de práticas de eliminação de plantas daninhas por meio do efeito físico-mecânico, como a capina manual e o cultivo mecânico. O controle químico, com o emprego de herbicidas, tem sido um dos métodos mais utilizados na cultura do feijoeiro, devido à maior praticidade e à grande eficiência. Por tratar-se de método que envolve o uso de produtos químicos, requer-se um mínimo de conhecimento, principalmente para atender os requisitos: alcançar máxima eficiência, custos reduzidos e o mínimo de impacto ambiental.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Herbicida. Controle preventivo. Controle cultural. Controle químico.

INTRODUÇÃO

A adaptação da maioria das cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, faz com que essa cultura integre a maior parte dos sistemas de produção dos micros e pequenos produtores rurais. Os cultivos das “águas” (semeadura em outubro/novembro) e da “seca” (semea-

dura em janeiro/fevereiro) são igualmente importantes no Sul e Sudeste do País. Na região Centro-Oeste, o cultivo da “seca” é mais importante. O feijoeiro também é cultivado no inverno, período seco compreendido entre maio e setembro, com irrigação, principalmente no Sudeste e Centro-Oeste e em algumas microrregiões do Nordeste, atraindo médios e grandes produ-

tores, geralmente usuários de tecnologia.

O manejo de plantas daninhas é uma técnica importante em muitos agroecossistemas e a definição dessas plantas não é tão fácil. Entre as numerosas definições, há a que “plantas daninhas são aquelas que estão fora de lugar”. Por exemplo, em uma lavoura de feijão, plantas voluntárias de milho provenientes de sementes do

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

²Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO. Correio eletrônico: dstefano@cnpaf.embrapa.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO. Correio eletrônico: joaok@cnpaf.embrapa.br

⁴Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, CEP 74001-970 Goiânia - GO. Correio eletrônico: dionidio@cnpaf.embrapa.br

cultivo anterior são consideradas plantas daninhas. No agroecossistema, as plantas que crescem sem ser semeadas tendem a competir com os cultivos semeados e podem provocar efeitos negativos. Entretanto, em alguns casos, a completa eliminação dessas “plantas naturais” pode ser pior do que deixar uma baixa população. Os efeitos benéficos das plantas daninhas, por exemplo, podem traduzir em diminuição de erosão, reciclagem de nutrientes, formação de cobertura morta e favorecimento de insetos benéficos. Dessa forma, o agricultor deve manejar as plantas daninhas para manter esses benefícios.

As plantas invasoras são plantas daninhas ou são plantas cultivadas? O manejo de plantas daninhas é a eliminação total dessas espécies? Esses são alguns questionamentos que devem ser feitos antes de determinar o manejo adequado de plantas daninhas, o qual tem as seguintes premissas: minimizar a competição com as plantas cultivadas e os efeitos nocivos ao ambiente e maximizar os benefícios das plantas daninhas no sistema.

PRINCIPAIS ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS

Entre, aproximadamente, 1.200 espécies de plantas daninhas que ocorrem no Brasil, pelo menos 32 são citadas como importantes na cultura do feijão. Destas, mais de 60% pertencem às famílias *Poaceae* (12) e *Asteraceae* (8), e a maioria é de ciclo anual e se reproduz por sementes. Apenas três plantas daninhas estão entre as dez mais importantes no mundo (*Cyperus* spp., *Cynodon dactylon* e *Eleusine indica*). São poucos os estudos que relacionam nocividade das espécies de plantas daninhas ao feijoeiro, nas diferentes épocas de plantio e condições de solo e clima. Nos cultivos tradicionais, as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Acanthospermum hispidum*, *Bidens pilosa* e *Galinsoga parviflora* são tidas como plantas daninhas de alta nocividade para o feijoeiro (Quadro 1). Resultados de um questionário realizado pela

QUADRO 1 - Nocividade de algumas espécies de plantas daninhas à cultura do feijão

Espécies	Nome comum	Abundância relativa	Nocividade
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch	capim-marmelada	5	alta
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	capim-carrapicho	5	alta
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L) Scop	capim-colchão	5	alta
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	capim-pé-de-galinha	5	média
⁽¹⁾ <i>Rottboellia exaltata</i> L.	capim-rotboelia	4	média
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	rabo-de-gato	5	média
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	azevém	4	moderada
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx	capim-cuiabano	5	moderada
<i>Paspalum urvillei</i> Stend	capim-de-raça	4	moderada
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC	carrapicho-de-carneiro	5	alta
<i>Bidens pilosa</i> L.	picão-preto	5	alta
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	picão-branco	5	alta
<i>Senecio oligophy</i> Baver	flor-das-almas	4	média
<i>Indigofer campestris</i> Bronen	anil-falso	–	–

FONTE: Arevalo e Rozanski (1991).

NOTA: 1 - Muito escasso; 2 - Escasso; 3 - Pouco abundante; 4 - Abundante; 5 - Muito abundante. (1) Atualmente *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton.

Embrapa Arroz e Feijão, em 1995, com produtores de feijão, indicaram que as principais plantas daninhas eram *B. pilosa*, *B. plantaginea*, *Euphorbia heterophylla*, *Amaranthus* spp., *C. echinatus*, *Commelina benghalensis* e *Digitaria horizontalis*.

INTERFERÊNCIAS DAS PLANTAS DANINHAS

Por ser cultivado em diversas épocas do ano, em diferentes sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) e nas mais variadas condições edafoclimáticas, o feijoeiro pode sofrer interferência de diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, por tratar-se de planta de ciclo de vida curto, é bastante sensível à competição, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo. Quando não são controladas adequadamente, as plantas daninhas, além de competir por fatores essenciais (água, luz e nutrientes), dificultam a operação de colheita, depreciam a qualidade do produto e servem, ainda, como hospedeiras inter-

mediárias de insetos, nematóides e agentes causadores de doenças.

O feijoeiro (planta C-3) desenvolve-se melhor em temperaturas amenas, em torno de 21°C, e apresenta baixo ponto de compensação luminosa: de 150 a 250 J/m²s¹, em relação às plantas C-4, como milho e sorgo, que apresentam taxa fotossintética máxima em níveis de luminosidade três vezes superiores aos relatados para o feijão. No plantio da “seca” e de outono-inverno, no Centro-Sul, temperaturas relativamente baixas favorecem o desenvolvimento do feijoeiro, o que torna mais fácil o controle das plantas C-4, na maioria gramíneas. No período das “águas”, a ocorrência de altas temperaturas favorece mais o desenvolvimento das gramíneas que o do feijoeiro. Por isso, é necessário iniciar o controle mais precocemente de gramíneas C-4, bem como de outras espécies como beldroega, caruru e tiririca. Esses são alguns exemplos de plantas daninhas altamente agressivas em cultivos de verão.

Para o estudo da competição das plantas daninhas com o feijoeiro faz-se necessária uma revisão dos estádios fenológicos. Estádio V_0 - germinação, V_1 - emergência, V_2 - desdobramento das folhas primárias, V_3 - emissão da primeira folha trifoliolada; a partir desse momento, evidencia-se o rápido desenvolvimento vegetativo da planta, o qual assume ritmo máximo somente no estágio V_4 - emissão da terceira folha trifoliolada. A partir deste estágio, há aumento pronunciado do índice de área foliar. A ocorrência de estresse (hídrico, nutricional, competição com plantas daninhas, fitotoxicidade de produtos químicos) nesse estágio poderá prejudicar o desenvolvimento da planta. O feijoeiro de hábito de crescimento indeterminado deverá atingir o estágio R_6 (florescimento) com 20 a 22 folhas trifolioladas expandidas e fotossinteticamente ativas.

Kozlowski et al. (1999) determinaram que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) no feijoeiro (cultivar 'FT Nobre') está entre os estádios V_4 e R_6 . Como mencionado, após o estágio fenológico V_4 , a planta apresenta uma taxa de crescimento maior (arranque) e, dessa forma, qualquer competição que ocorra nessa época afeta o índice de área foliar, refletindo na produção final. A competição após R_6 não afeta a produção, pois as vagens já estarão todas formadas.

Victoria Filho (1994), revisando diversos trabalhos, relata que o período mais importante da competição entre plantas daninhas e feijoeiros situa-se entre 20 e 30 dias após a emergência dos feijoeiros. Ainda, segundo esse mesmo autor, a competição das plantas daninhas com a cultura do feijão depende de uma série de fatores relacionados com a cultura ou com as plantas daninhas, como: variedade, espaçamento, densidade e adubação do feijoeiro, tipo de planta infestante, densidade de ocorrência e período de interferência das plantas daninhas. Dentre esses fatores destacam-se a densidade e o tipo de plantas daninhas e a época em que essa competição ocorre. Trabalhos realizados na Embrapa

Arroz e Feijão mostraram que, quando a competição entre a planta daninha e o feijoeiro é antecipada em dez dias, há redução da produtividade, dentro de uma mesma densidade de plantas daninhas. Tais resultados demonstram a importância do uso de estratégias, para que a competição das plantas daninhas com o feijoeiro ocorra em estádios mais avançados da cultura.

Devido aos vários fatores que afetam a competição planta daninha e feijoeiro, as perdas de rendimento do feijão, devido à matocompetição é bastante variável. Perdas entre 23% e 80%, no Brasil, e de 20% a 80% em nível mundial têm sido relatadas (Quadro 2). Além da redução no rendimento, algumas plantas daninhas hospedam agentes causais de doenças. Alguns exemplos de doenças, influenciadas pelas plantas daninhas, são:

a) mosaico-dourado: o vírus é transmitido pela mosca-branca; portanto, a severidade da doença está relacionada com a população de plantas hospedeiras do inseto e do vírus. Entre as plantas hospedeiras do inseto, incluem-se as seguintes espécies: leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), guanxuma (*Sida* spp.), corda-de-violão (*Ipomoea* spp.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Para

as hospedeiras do vírus, incluem-se várias espécies de *Phaseolus* e de *Macropitilium*;

- b) tombamento: o fungo possui ocorrência generalizada e grande variabilidade patogênica. Algumas plantas como trapoeraba, picão-preto (*Bidens pilosa*), carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*) aumentam a população de espécies de fungos causadores de podridões radiculares;
- c) podridão-cinza-do-caule: a tiririca (*Cyperus esculentus*) predispõe as plantas ao estresse hídrico e aumenta a incidência da doença;
- d) galha-das-raízes: a sobrevivência e a multiplicação das espécies de *Meloidogyne* durante a entressafra dependem da presença de plantas hospedeiras. Por meio de observações de campo em áreas irrigadas constatou-se que as lavouras de feijoeiro de áreas com alta infestação de trapoeraba, mentrasto (*Ageratum conyzoides*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*), quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*) e tiririca, apresentavam maior severidade da doença;

QUADRO 2 - Porcentagem de perdas na produtividade causadas pela matocompetição na cultura do feijoeiro em relação a tratamentos sem competição

Locais	Perdas (%)	Fonte
Campinas-SP	23	Blanco et al. (1969 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)
Viçosa-MG	35-70	Vieira (1970 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)
Viçosa-MG	50	William (1973 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)
Viçosa-MG	25	Kranz (1978)
Viçosa-MG	80	William (1973 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)
Ilha Solteira-SP	29	Machado Neto e Andrade (1983)
Goiânia-GO	11	Kluthcouski et al. (1988)
Canadá	82	Blackshaw e Esau (1991)
Chapingo-México	98	Jorge Nieto et al. (1968 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)
Mundial	20-80	Zindahl (1980 apud AREVALO; ROZANSKI, 1991)

e) mofo-branco: o agente causal da doença é polífago e pode atacar mais de 300 espécies de plantas. O grande número de hospedeiros mantém o inóculo da doença nos períodos de rotação de cultura, pousio e entressafra, dificultando o controle. O patógeno pode também sobreviver por meio das estruturas de resistência (escleródios).

MÉTODOS DE MANEJO DAS PLANTAS DANINHAS

A população de plantas daninhas pode ser dividida em três componentes: sementes ativas, sementes inativas/latentes e plantas. A semente ativa (pronta para germinar) pode originar-se de três fontes: produzida pelas plantas na lavoura, provenientes de fora do sistema e das que estavam latentes e que, por alguma razão, transformaram-se em ativas. A semente inativa também pode vir dessas três fontes.

O manejo de plantas daninhas envolve atividades dirigidas para elas (manejo direto) e/ou para o sistema solo e cultura (manejo indireto). O manejo direto refere-se à eliminação direta das plantas daninhas com o uso de herbicidas, de ação mecânica ou manual e biológica. No manejo do solo (indireto) trabalha-se com a relação sementes ativas e inativas. Nesse caso, procura-se aumentar a germinação das plantas daninhas e depois controlá-las com o uso de técnicas como a aplicação seqüencial de dessecantes. O manejo cultural baseia-se no desenvolvimento de feijoeiros com capacidade de manifestar seu máximo potencial produtivo e competir com as plantas daninhas, pela utilização de práticas como o equilíbrio na fertilidade do solo, densidade de semeadura, manejo de adubação, arranjo espacial das plantas, época adequada de plantio, entre outras. A utilização de seqüência de cultivos (sucessão ou rotação), em que os restos culturais de um cultivo exerçam efeitos alelopáticos/supressivos sobre a biota nociva do cultivo, também é importante.

Na estratégia de controle das plantas daninhas devem estar associados o melhor método e o momento oportuno, antes do período crítico de competição. A escolha do método, entretanto, deve estar relacionada com as condições locais de mão-de-obra e de implementos, sempre considerando a análise de custos. Deve-se utilizar a associação de métodos sempre que possível.

A terminologia “controle integrado” significa a utilização de dois ou mais métodos de controle de plantas daninhas, com o objetivo de manter as populações abaixo do nível de dano econômico e com o mínimo de impacto ambiental. Para cada condição edafoclimática (topografia, tipo de solo, precipitação, espécies de plantas daninhas, tipos de equipamentos disponíveis), é definido o método ou a associação de métodos de controle que irá permitir ao produtor maior eficiência, economia e a preservação do meio ambiente. A utilização de um único método de controle de plantas daninhas por anos consecutivos pode acarretar sérios problemas na área, tais como: adensamento do solo, acúmulo de resíduos de herbicidas e seleção de plantas daninhas resistentes.

MANEJO CULTURAL

O controle cultural consiste em utilizar as características inerentes ao feijoeiro e às plantas daninhas, de modo que o feijoeiro leve vantagem sobre as plantas daninhas. Ainda que o feijoeiro apresente reduzida capacidade competitiva com as plantas daninhas, o método cultural é extremamente importante para propiciar à planta cultivada as melhores condições possíveis, a fim de que ela se estabeleça rapidamente.

Para que o feijoeiro tenha alguma vantagem sobre as plantas daninhas é fundamental, de acordo com o hábito de crescimento (tipo I - determinado arbustivo; tipo II - indeterminado arbustivo; tipo III - indeterminado ramador e tipo IV - indeterminado volúvel ou trepador), que se estabeleça o espaçamento adequado, bem como uma densidade apropriada e homogênea ao longo do sulco de semeadura. Na prática, o arranjo espacial adequado entre fileiras é

aquele que permite a cobertura total do solo, quando a cultura atingir seu pleno desenvolvimento vegetativo. Além do tipo de planta, as condições edafoclimáticas também são importantes na escolha do espaçamento. A redução do espaçamento entre linhas geralmente proporciona vantagem competitiva à maioria das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento. Para o feijoeiro, as variedades de hábito de crescimento determinado e indeterminado arbustivo devem ser semeadas em espaçamentos menores que 0,5 m, sendo tanto menores, quanto menor for a fertilidade do solo, ou a adubação utilizada. Nas variedades de hábito de crescimento indeterminado prostrado, o espaçamento pode ser de 0,5-0,6 m, levando-se em conta as condições edafoclimáticas.

A rotação de culturas, além das inúmeras vantagens que proporciona, é praticada para prevenir o surgimento de altas populações de certas espécies de plantas daninhas, mais adaptáveis à determinada cultura. A monocultura, assim como a repetição continuada de um mesmo herbicida na mesma área, pode favorecer o estabelecimento de certas espécies de plantas daninhas resistentes, aumentando sua interferência sobre a cultura (COBUCCI et al., 1996). Segundo estes autores, a escolha do tipo de cultura a ser incluída em uma rotação, quando o controle de plantas daninhas é o principal objetivo, deve recair sobre espécies, cujas características morfológicas sejam bem contrastantes com as do feijoeiro.

PLANTIO DIRETO: COBERTURA MORTA E COBERTURA VIVA

No caso do plantio direto, a maior concentração de sementes de plantas daninhas ocorre próximo à superfície, enquanto nos métodos convencionais de preparo do solo, as sementes são distribuídas no perfil do solo. Por isso, no plantio direto há decréscimo, com o passar dos anos, do banco de sementes do solo por indução de germinação ou perda de viabilidade, ainda mais

considerando que nesse sistema ocorrem alterações na física, química e biologia do solo e interferência na penetração de luz, umidade e na temperatura do solo. Além disso, a cobertura morta causa impedimento físico à emergência de plantas daninhas e, durante a sua decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que inibem a germinação das sementes das invasoras. Plantas de canola, nabo forrageiro e ervilhaca, apesar de inicialmente apresentarem bom volume de massa seca, podem sofrer alta taxa de decomposição, o que facilita a germinação das plantas daninhas.

A cobertura verde pode ser utilizada como prática de redução de população e competitividade das plantas daninhas no feijão, mas o principal objetivo dessa prática é melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Muitas plantas (*Stilozobium aterrinum*, *Crotalaria juncea*, *C. paulina*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformes*, *Dolichos lablab*, etc.) podem inibir o desenvolvimento de certas espécies de plantas daninhas. Esses efeitos persistem após o corte e a distribuição de restos vegetais sobre o solo.

Nos sistemas com cultivo intensivo, as plantas daninhas constituem fonte de inóculo primário de algumas doenças do feijoeiro durante a entressafra. A maior parte dos problemas é causada por plantas de folhas largas e não por gramíneas. Estas, geralmente, não são hospedeiras e contribuem para a diminuição de várias doenças. Existem poucas informações sobre o manejo de plantas daninhas, visando a redução de inóculo e o controle integrado de doenças do feijoeiro. Resultados satisfatórios têm sido obtidos com o controle das plantas daninhas de folhas largas e com o uso de práticas que favorecem o crescimento de gramíneas (*Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica* e *Cenchrus echinatus*), durante o período de posio.

A Embrapa Arroz e Feijão vem pesquisando o consórcio milho e *Brachiaria brizantha* (Sistema Santa Fé) com o intuito de diminuir as plantas daninhas hospedeiras de fungos e pragas e de produzir massa forrageira para o confinamento

de gado e cobertura morta para o plantio direto do feijoeiro. Resultados preliminares mostraram que o uso de subdoses de herbicidas nas culturas de milho ou soja, com o objetivo de paralisar momentaneamente o crescimento da forrageira, reduz a produtividade da cultura de 5% a 10% (Quadro 3). Tal redução é compensada, com sobras, com o aproveitamento do capim para a produção animal (formação de pasto após a colheita da cultura) e a formação de cobertura morta. Esta contribui para a diminuição do uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas no feijoeiro cultivado no inverno.

HERBICIDAS

Época de aplicação

- pré-plantio (PRE): aplicado antes da semeadura do feijão;
- pré-plantio incorporado (PPI): o herbicida é aplicado antes da semeadura do feijão e incorporado super-

ficialmente ao solo com a gradagem. Essa prática reduz as perdas de parte de alguns herbicidas por volatilização e/ou fotodegradação. A aplicação pode ser feita em solo seco, aguardando a umidade ideal para se fazer a semeadura;

- pré-emergência (PE): a aplicação é feita após a semeadura e antes da emergência do feijoeiro. Para o bom desempenho dos herbicidas é necessário que o solo esteja úmido ou que ocorram chuvas após a aplicação, ou se façam irrigações para a incorporação dos herbicidas na camada superficial do solo, 0-10 cm, onde a maioria das sementes das plantas daninhas germina. A ocorrência de altas luminosidade e temperatura e baixa umidade relativa do ar e do solo induz a uma maior volatilização do herbicida aplicado em pré-emergência, principalmente no momento da aplicação;

QUADRO 3 - Produtividade (kg/ha) das culturas solteiras e consorciadas com *Brachiaria brizantha*

Municípios	⁽¹⁾ Produtividade		
	⁽²⁾ Solteiro	⁽³⁾ Consortiado	⁽⁴⁾ Consortiado com subdose de graminicida
Milho			
Santa Helena - GO 98/99	7.737 (100)	8.236 (106,4)	—
Santa Helena - GO 99/00	7.764 (100)	6.791 (87,4)	7.365 (94,8)
Luziânia - GO	5.155 (100)	4.841 (93,9)	6.298 (122,1)
Campos N. Parecis - MT	6.631 (100)	5.492 (82,9)	—
Barreiras - BA	7.831 (100)	8.513 (109)	—
Soja			⁽⁷⁾ Consortiada com subdose de graminicida
Santa Helena - GO	2.536 (100)	1.938 (76,4)	2.352 (92,7)
Luziânia - GO	3.631 (100)	3.148 (86,7)	—
Campos N. Parecis - MT	3.270 (100)	1.617 (48,7)	3.062 (93,6)
Barreiras - BA	3.318 (100)	2.674 (80,6)	2.980 (89,8)

(1) Valores entre parênteses referem-se à relação percentual, considerando a produtividade da cultura solteira como 100%. (2) nicosulfuron + atrazina (20+1.000g i.a./ha). (3) 2,4-D (536 g/ha). Economia em herbicida equivalente a 450 kg/ha de milho. (4) 2,4-D (536 g/ha)/ nicosulfuron (16 g i.a./ha). (5) fomesafen (250 g i.a./ha)/ haloxyfop-methyl (96 g i.a./ha). (6) fomesafen (250 g i.a./ha). Economia em herbicida equivalente a 291 kg/ha de soja. (7) fomesafen (250 g i.a./ha)/ haloxyfop-methyl (24 g i.a./ha).

d) pós-emergência (POS): a aplicação é feita em área total após a emergência do feijão e das plantas daninhas para os herbicidas seletivos, e localizada para os não-seletivos. Os herbicidas usados em pós-emergência devem ser aplicados, quando as plantas daninhas encontram-se no estágio jovem, normalmente com menos de quatro folhas verdadeiras, fase essa correspondente ao período anterior à interferência (PAI).

Os herbicidas recomendados para o feijoeiro são basicamente aplicados em pré-plantio incorporado, pré-emergência e pós-emergência. Os herbicidas aplicados em pós-emergência sobre as plantas daninhas e sobre a cultura são absorvidos principalmente via foliar. Esses herbicidas são indicados para o controle de plantas daninhas tardias ou daquelas que resistiram aos produtos utilizados em pré-emergência. Seus efeitos são condicionados ao estágio de desenvolvimento do feijoeiro e das plantas daninhas por ocasião da aplicação. De acordo com Victoria Filho (1985), as condições para que haja sucesso na ação dos herbicidas aplicados em pós-emergência são:

- a) que atinja o alvo, ou seja, cubra uniformemente a superfície foliar das plantas;
- b) que ocorra retenção do herbicida na superfície foliar, para que ele seja absorvido. Se chover logo após a aplicação, o herbicida pode perder a eficiência, daí a necessidade da adição de surfactantes;
- c) que fatores ambientais como umidade relativa, temperatura, luz, chuva e vento não afetem a absorção dos herbicidas (passagem pela cutícula e pela parede celular, até atingir o interior da célula).

Fatores que influenciam a eficiência

Fatores externos, não inerentes aos herbicidas, são muito importantes para obter

boa eficiência. Dizem respeito ao tipo de solo, ao clima, à técnica e aos cuidados no momento da aplicação:

- a) tipo de solo: um prévio conhecimento da textura do solo e do teor de matéria orgânica é fundamental, já que as argilas e húmus tendem a adsorver os herbicidas aplicados em pré-emergência, tornando-os menos disponíveis para absorção pelas plantas, reduzindo, ainda, sua mobilidade no solo. Esses aspectos são relevantes na determinação da dose a ser aplicada, já que, quanto maiores os teores de matéria orgânica e de argila, principalmente as de maior atividade – maior capacidade de troca catiônica (CTC) –, maiores doses serão requeridas;
- b) teor de água do solo: a maioria dos herbicidas pré-emergentes é pouco eficiente, quando aplicados em solo seco. Entretanto, para os herbicidas que necessitam de incorporação superficial, devido à maior pressão de vapor e sensibilidade à luz, a exemplo da trifluralina, no momento da aplicação, o solo deve estar seco ou ligeiramente úmido. Na presença de alta umidade, o herbicida poderá ser pouco absorvido pelo solo e, como consequência, movimentar-se para a superfície, onde ocorrerá perda por volatilização. No caso dos herbicidas pré-emergentes, que necessitam de água para a distribuição no perfil do solo, a aplicação em solo seco e a demora das chuvas ou das irrigações reduzem a eficiência do produto. Com os herbicidas pré-emergentes, alcança-se maior eficiência, quando as plantas apresentam elevada atividade metabólica, ou seja, quando não sofrem estresse hídrico (COBUCCI et al., 1996);
- c) umidade relativa do ar: quando inferior a 60%, a umidade do ar compromete seriamente a eficiência da maioria dos herbicidas aplicados em

pós-emergência. A baixa umidade relativa do ar, durante ou logo após a aplicação do herbicida, causa desidratação da cutícula, o que pode reduzir a penetração dos produtos solúveis em água, principalmente se cristalizados na superfície foliar. A incidência da alta luminosidade, aliada à baixa umidade relativa do ar e à baixa umidade do solo, induz à síntese de cutícula, com aumento da camada lipofílica, dificultando a penetração dos herbicidas;

- d) temperatura: a temperatura exerce grande influência agrônômica sobre os herbicidas usados em pré e pós-emergência. No caso dos pós-emergentes, temperaturas altas aumentam a espessura da cutícula e afetam a atividade metabólica das plantas, além de favorecer a evaporação das gotículas de água e a volatilização, prejudicando a absorção dos herbicidas. Tanto altas como baixas temperaturas podem causar estresse nas plantas daninhas, interferindo na absorção;
- e) ventos: além da deriva, o vento aumenta as perdas de herbicidas voláteis. Isso pode representar menor eficiência do produto e causar danos consideráveis em culturas vizinhas. Tal problema pode ser minimizado, quando, no momento da aplicação, a velocidade do vento for inferior a 8 km/h;
- f) tecnologia de aplicação: devem ser consideradas as características dos pulverizadores, das pontas de pulverização responsáveis pela distribuição do produto (bicos) e do alvo sobre o qual o produto deve atuar. Esses aspectos somados às condições climáticas irão determinar os fatores necessários, para que o herbicida atinja o alvo sem excessos e sem agressão ao meio ambiente e ao operador. Outros cuidados referem-se a: evitar aplicações, quando hou-

ver risco de chuva antes do tempo mínimo necessário para a absorção do herbicida (pós-emergentes); evitar aplicações, quando as plantas daninhas estiverem com crescimento vegetativo paralisado (pós-emergente), quando o solo não estiver bem preparado, ou com teor de água adequado (pré-plantio incorporado e pré-emergentes); evitar aplicações com ventos fortes, de intensidade superior a 8 km/h; evitar o uso de água barrenta, com grande quantidade de argila em suspensão, que pode comprometer a ação dos herbicidas, etc.

Alguns agricultores têm aplicado herbicidas via água de irrigação, método denominado herbigeação. As principais vantagens desse método são: redução dos danos mecânicos ao solo (compactação), umidade adequada no solo e economia. A herbigeação pode reduzir os custos de aplicação, em relação à aplicação tratorizada, em até 50%.

Vale lembrar que a falta de produtos registrados para esse fim constitui o maior entrave à utilização dessa técnica. Além disso, esse método requer lâminas d'água variáveis entre 5 e 25 mm, sendo tanto menor quanto mais arenoso for o solo, já que o produto pode ser arrastado para camadas abaixo da zona de emergência das plantas daninhas. A solubilidade e o coeficiente de absorção (kd do herbicida) também influenciam na altura da lâmina d'água a ser aplicada (COBUCCI et al., 1996). A aplicação do herbicida através da irrigação é recomendada para herbicidas pré-emergentes, tais como atrazine, alachlor, benefin, bensulide, butylate, chloramben, cyanazina, DCPA, diphenamid, EPTC, ethalfuralina, fluormeturon, imazaquin, metolachlor, metribuzine, oryzalina, pendimethalin e trifluralina. Alguns agricultores estão utilizando os herbicidas trifluralina e pendimethalin em pré-plantio na cultura do feijão, via água de irrigação, alcançando resultados favoráveis.

Manejo de herbicidas aplicados em pré-plantio

A principal característica do sistema de plantio direto, no tocante a plantas daninhas, é a eliminação delas antes da semeadura da cultura. Essa operação-chave substitui as operações de preparo do solo destinadas, entre outros objetivos, ao controle das plantas daninhas. Essa fase é denominada manejo ou dessecação, na qual podem ser empregados diversos herbicidas (Quadro 4). A maioria das plantas daninhas anuais é de fácil manejo, já as perenes são as mais problemáticas, principalmente gramíneas, a partir de seis meses de germinação.

Principais herbicidas recomendados para o manejo de área em plantio direto

Glifosate e sulfosate

São herbicidas translocados pelo xilema e floema, ou seja, os que atingem todas as

QUADRO 4 - Herbicidas para manejo de plantas daninhas em pré-plantio na cultura do feijoeiro

Nome técnico	Nome comercial	Concentração	Doses		Observação
			kg i.a./ha	L p.c./ha	
⁽¹⁾ Paraquat	Gramoxone 200	200	0,2 - 0,4	1,0 - 2,0	Controle de monocotiledôneas anuais.
2,4-D amina	Diversos	—	0,7 - 1,1	—	Controle de dicotiledôneas anuais.
⁽¹⁾ Paraquat + diuron	Gramocil	200 + 100	0,4 - 0,6 + 0,2 - 0,3	2,0 - 3,0	Controle de mono e dicotiledôneas anuais, com exceção de guanxumas, leiteiro, buva, poaia-do-campo, maria-mole.
Sulfosate	Zapp	480	0,48 - 0,96	1,0 - 2,0	Controle de mono e dicotiledôneas anuais, com exceção de trapoeraba e poaia-do-campo.
Glifosate	Diversos	480	0,48 - 0,96	1,0 - 2,0	Controle de mono e dicotiledôneas anuais, com exceção de trapoeraba e poaia-do-campo.
⁽¹⁾ Paraquat + diuron com 2,4-D amina	Gramocil Diversos	200 + 100 —	0,4 - 0,6 + 0,2 - 0,3 0,7 - 1,1	2,0 - 3,0 —	Controle de mono e dicotiledôneas anuais.
Sulfosate com 2,4- D amina	Zapp Diversos	480 —	0,48 - 2,4 0,7 - 1,1	1,0 - 5,0 —	Controle de mono e dicotiledôneas anuais e perenes.
Glifosate com 2,4- D amina	Roundup Diversos	480 —	0,48 - 2,4 0,7 - 1,1	1,0 - 5,0 —	Controle de mono e dicotiledôneas anuais e perenes.

FONTE: Cobucci et al. (1996).

(1) Acrescentar 0,1% de surfactante não-amônico.

partes da planta. Devido à forte adsorção pelas argilas e matéria orgânica, esses herbicidas ficam indisponíveis à absorção pelas raízes e causam pouco impacto ao ambiente, já que a sua degradação pelos microorganismos ocorre em poucos dias. É fundamental que tais herbicidas sejam aplicados, quando as plantas estiverem em pleno desenvolvimento e apresentarem boa cobertura vegetal. Devem-se evitar aplicações, quando as plantas daninhas apresentarem-se estressadas, tanto por deficiência hídrica como por baixas temperaturas. Esses produtos podem ser aplicados com volumes de calda inferiores a 50 L/ha, prática que otimiza a absorção pelas plantas, devido ao menor escorrimento sobre as folhas. Deve-se evitar a aplicação, quando houver risco de ocorrência de chuva num período inferior a seis horas após a aplicação.

Paraquat + diuron

Segundo Cobucci et al. (1996), a absorção simultânea do paraquat e do diuron pelas plantas daninhas inibe a rápida ação do paraquat, conferindo melhor ação do produto sobre as invasoras. Um período de meia hora sem chuva, após a aplicação deles, é suficiente para que sejam eficientes. Uma única aplicação é recomendada, quando as plantas daninhas tiverem menos de 20 cm de altura. Acima desse limite é recomendável a aplicação seqüencial (duas vezes), com intervalos de cinco a sete dias, para evitar o efeito guarda-chuva, permitindo o controle mais eficaz das plantas menores ou sob sombreamento. Quando houver plantas daninhas latifoliadas, de difícil controle, como a guanxuma, o leiteiro, a buva, a poaia-do-campo e a maria-mole, devem-se realizar aplicações seqüenciais acrescentando-se 2,4-D na primeira aplicação. Por causa da rápida velocidade de absorção do 2,4-D pelas plantas, o paraquat não prejudica a absorção e a eficiência desse herbicida.

2,4-D (amina)

Quando o 2,4-D for utilizado para dessecação, deve-se observar criteriosamente o período de carência para a semeadura do

feijão (Quadro 5). Se ocorrerem chuvas de mais de 40 mm após a aplicação do 2,4-D, o período de espera pode ser reduzido para três a quatro dias, já que o herbicida é facilmente lixiviado para camadas abaixo do nível das sementes.

QUADRO 5 - Período de espera para o plantio do feijão, após a aplicação de 2,4-D

⁽¹⁾ g i.a./ha	Dias
1.080	10
600	7

FONTE: Cobucci et al. (1996).

(1) Formulação amina.

Alternância de herbicidas de manejo no sistema de plantio direto

Ainda que não exista registro na literatura de plantas resistentes ao glifosate, a rotação de herbicidas, assim como de culturas, evita o surgimento de planta-problema. Enquanto o glifosate e o sulfosate controlam melhor a guanxuma e gramináceas perenes, o paraquat e paraquat + diuron apresentam superioridade no controle da trapoeraba. Dessa forma, aplicações seqüenciais com doses reduzidas de glifosate ou sulfosate, com 2,4-D ou sem ele, e a aplicação do paraquat alguns dias após proporcionam excelentes resultados no manejo de todas as combinações de plantas daninhas. Alguns produtos estão em estudo para substituir o 2,4-D na mistura com glifosate ou sulfosate na dessecação de área: sulfentrazone, 150 g i.a./ha (GAZZIERO et al., 2000), flumioxazin, 20 g i.a./ha (SILVA; COBUCCI, 2000) e carfentrazone-ethyl, 20-30 g i.a./ha (GARCIA; NASCIMENTO, 2000). Com esses novos herbicidas não há necessidade de período de espera antes do plantio do feijoeiro.

Interação de herbicidas aplicados em pré-plantio e pragas

A mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gem.), que transmite o vírus do mosaico-dourado, tem como hospedeiras alternativas as plan-

tas daninhas *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Commelina benghalensis* e outras. Os ovos, ninfas e pupas nas plantas hospedeiras contribuem para o aumento da população da mosca-branca, principalmente em épocas secas, quando o feijão de inverno é introduzido no sistema de plantio. Conseqüentemente, o manejo das plantas daninhas em pré-plantio pode reduzir a população inicial da mosca-branca. Trabalho realizado na Embrapa Arroz e Feijão mostrou que, quanto mais rápida a dessecação das plantas daninhas, menor a emergência do adulto da mosca-branca, pois menor foi o tempo para o desenvolvimento das ninfas e pupas até chegar a fase adulta. Outro ponto importante da interação manejo de área em plantio direto e pragas seria coincidir o plantio da cultura com a dessecação completa da cobertura verde, pois até a emergência do feijoeiro, que ocorre com cerca de cinco dias, as pragas não teriam hospedeiros e, conseqüentemente, a população inicial delas iria diminuir drasticamente. Nesse caso, seria necessária a dessecação antecipada (10 a 15 dias) com herbicidas sistêmicos, com a complementação de um herbicida de contato no plantio para o controle daquelas plantas daninhas que eventualmente germinassem.

Manejo de herbicidas em pré e pós-emergência

As plantas daninhas classificam-se em dois grandes grupos: as monocotiledôneas ou de folhas estreitas, destacando-se na cultura do feijão, as famílias das Gramineae e Cyperaceae, e as dicotiledôneas, latifoliadas, ou de folhas largas (Asteraceae, Amaranthaceae, Fabaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Compositae e Rubiaceae). As plantas daninhas, separadas por esse critério, e suas respectivas tolerâncias a alguns herbicidas recomendados para a cultura do feijão encontram-se relacionadas nos Quadros 6 e 7. Os principais herbicidas recomendados para o feijoeiro são mostrados no Quadro 8.

QUADRO 6 - Suscetibilidade das principais plantas daninhas de folhas estreitas a alguns herbicidas registrados para a cultura do feijoeiro

Nome científico	Nome comum	Bentazon		Clethodin		Imazamox	Fluazifop-p-butil		Fomesafen		Metolachlor	Pendimethalin	Sethoxidin		Trifluralin
		i	t	i	t		i	t	i	t					
<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária	T	T	S	M	-	A	S	T	T	S	A	A	S	A
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	T	T	A	A	M	A	S	T	T	S	A	A	S	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	T	T	A	A	S	A	A	P	T	A	S	A	A	A
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	P	T	S	M	-	-	-	P	T	P	P	M	M	P
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	P	P	T	T	-	-	-	P	P	S	P	T	T	P
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	T	T	A	A	S	A	A	P	T	A	S	A	S	A
<i>Echinochloa crusgali</i>	Capim-arroz	T	T	A	A	-	-	-	T	T	A	S	A	A	A
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	T	T	A	A	-	S	S	T	T	A	A	A	A	A
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	T	T	A	A	-	-	-	T	T	S	S	A	S	A
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	T	T	A	A	-	-	-	T	T	S	S	S	M	S
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-oferecido	T	T	A	-	-	-	-	T	T	M	S	A	A	S
<i>Setaria geniculata</i>	Capim-rabo-de-raposa	T	T	A	A	-	-	-	T	T	S	A	A	S	A
<i>Sorghum halepense</i>	Capim-massambará	T	T	A	A	-	-	-	T	T	S	S	S	M	S

FONTE: Lorenzi (1994).

NOTA: A - Altamente suscetível (acima de 95% de controle); S - Suscetível (de 85% a 95% de controle); M - Medianamente suscetível (de 50% a 85% de controle); P - Pouco suscetível (menos de 50% de controle); T - Tolerante (0% de controle); - Sem informação; i - Pós-emergência inicial até o perfilhamento para gramíneas; t - Pós-emergência tardia, um a quatro perfilhos para gramíneas.

Tecnologias para o café

Broca-do-Café

Bicho-Mineiro da Cafeeira

Doenças do Cafeeiro

Mudas de Cafeeiro

Nutrição Mineral, Fertilidade do Solo 2ª Edição

Interação entre as Doenças e o Estado Nutricional do Cafeeiro

Nutrição Mineral, Fertilidade do Solo

Manejo de Plantas Daninhas no Cafeeiro

Pedidos: Telefax: (31) 3488 6688

QUADRO 7 - Suscetibilidade das principais plantas daninhas de folhas largas a alguns herbicidas registrados para a cultura do feijoeiro

Nome científico	Nome comum	Bentazon		Clethodin		Imazamox	Fluazifop-p-butil		Fomesafen		Metolachlor	Pendimethalin	Sethoxidim	
		i	t	i	t		i	t	i	t			i	t
<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária	T	T	S	M	-	A	S	T	T	S	A	A	S
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho-rasteiro	S	M	T	T	S	T	T	S	M	S	P	T	T
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-carneiro	S	M	T	T	A	T	T	A	S	M	T	T	T
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasito	A	S	T	T	-	T	T	A	M	M	P	T	T
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo	P	P	P	P	A	T	T	A	M	S	S	P	T
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	S	M	T	T	S	T	T	A	S	S	A	T	T
<i>Amaranthus spinosus</i>	Caruru-de-espinho	S	M	-	-	A	T	T	A	S	M	A	T	T
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha	S	M	-	-	A	T	T	A	S	M	A	T	T
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	S	M	T	T	S	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Senna obtusifolia</i>	Fedegoso	P	P	T	T	-	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Senna occidentalis</i>	Fedegoso	P	P	T	T	-	T	T	M	P	P	P	T	T
<i>Chenopodium album</i>	Ançarinha-branca	S	S	T	T	-	T	T	S	-	S	M	T	T
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Erva-de-santa-maria	S	S	T	T	-	T	T	A	S	S	M	T	T
<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba	S	M	T	T	S	T	T	S	M	S	P	T	T
<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa-serralha	M	M	T	T	T	T	T	A	S	S	S	T	T
<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro	S	M	T	T	-	T	T	A	S	S	M	T	T
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro	P	P	T	T	A	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Hyptis lophanta</i>	Catirina	M	M	T	T	-	T	T	A	S	M	P	T	T
<i>Hyptis suaveolens</i>	Bamburral	M	P	T	T	A	T	T	A	S	M	M	T	T
<i>Ipomoea acuminata</i>	Corde-de-viola	A	S	T	T	-	T	T	M	M	P	P	T	T
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corde-de-viola	S	M	T	T	S	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Ipomoea hederifolia</i>	Corde-de-viola	S	-	T	T	-	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Ipomoea purpurea</i>	Corde-de-viola	S	M	T	T	-	T	T	S	M	P	P	T	T
<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruço	A	S	T	T	-	T	T	S	M	M	M	T	T
<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo	M	M	T	T	-	T	T	M	P	-	M	T	T
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	S	S	T	T	A	T	T	S	S	S	A	T	T
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	S	M	T	T	A	T	T	A	S	M	S	T	T
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	M	P	T	T	S	T	T	A	S	S	M	T	T
<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma	S	-	T	T	-	T	T	M	M	M	P	T	T
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	A	S	T	T	S	T	T	M	M	M	P	T	T
<i>Sida santaremnensis</i>	Guanxuma	S	M	T	T	-	T	T	-	-	S	P	T	T
<i>Sida spinosa</i>	Guanxuma	A	S	T	T	-	T	T	-	-	M	P	T	T
<i>Sinapsis arvensis</i>	Mostarda	S	S	T	T	-	T	T	S	M	-	M	T	T
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Joá	P	P	T	T	-	T	T	M	P	P	P	T	T
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	S	M	T	T	T	T	T	S	M	P	S	T	T
<i>Waltheria americana</i>	Malva-veludo	S	M	T	T	-	T	T	-	-	P	P	T	T

FONTE: Lorenzi (1994).

NOTA: A - Altamente suscetível (acima de 95% de controle); S - Suscetível (de 85% a 95% de controle); M - Medianamente suscetível (de 50% a 85% de controle); P - Pouco suscetível (menos de 50% de controle); T - Tolerante (0% de controle); - Sem informação; i - Pós-emergência inicial (duas a quatro folhas); t - Pós-emergência tardia (quatro a oito folhas).

QUADRO 8 - Principais herbicidas recomendados para a cultura do feijão

(continua)

Nome técnico	Nome comercial	Formulação	Fabricante	Época de aplicação	Plantas daninhas controladas	⁽¹⁾ Dose (L ou g ha ⁻¹)	Observações
Bentazon	Basagran	SA 480 g/L	Basf	Pós	Folhas largas	1,5 a 2,0	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante.
Clethodim	Select 340 CE	CE 240 g/L	Hokko	Pós	Gramíneas	0,4 a 0,6 L	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante, estando as gramíneas no início do desenvolvimento (até três perfilhos).
Imazamox	Sweeper	DG 700 g/kg	Cyanamid	Pós	Folhas largas	42 g	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante. Não tóxico para o milho em plantio seqüencial.
Fluazifop-p-butil	Fusilade	CE 125 g/L	Zeneca	Pós	Gramíneas	1,5 a 2,0 L	Aplicar quando a cultura estiver com até quatro folhas e com as gramíneas infestantes no início do desenvolvimento (até três perfilhos).
Fluazifop-p-butil + fomesafen	Robust	ME 200 + 250 g/L	Zeneca	Pós	Gramíneas e folhas largas	0,8 a 1,0 L	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante. Pode ser tóxico para o milho e sorgo em plantio seqüencial.
Fomesafen	Flex	SA 250 g/L	Zeneca	Pós	Folhas largas	0,9 a 1,0 L	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante. Pode ser tóxico para o milho e sorgo em plantio seqüencial.
Metolachlor	Dual 960 CE	CE 960 g/kg	Novartis	Pré	Gramíneas e algumas folhas largas	2,0 a 3,0 L	Aplicar logo após o plantio em solo úmido ou irrigar logo após. Não usar em solo muito arenoso.
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	CE 500 g/kg	Cyanamid	PPI ou Pré	Gramíneas e folhas largas	1,5 a 3,0 L	Incorporar superficialmente ao solo, mecanicamente ou via água de irrigação, em caso de pouca umidade do solo.

(conclusão)

Nome técnico	Nome comercial	Formulação	Fabricante	Época de aplicação	Plantas daninhas controladas	⁽¹⁾ Dose (L ou g ha ⁻¹)	Observações
Sethoxydim	Poast	CE 184 g/L	Basf	Pós	Gramíneas	1,25 L	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante.
Trifluralin	Diversos: Herbiflan, Trifluralin, Defesa, Treflan, Tritac	CE 445 g/L CE 480 g/L	Diversos: Milenia	PPI	Gramíneas e algumas folhas largas	1,2 a 2,4 L	Aplicar em solo bem preparado, seco ou pouco úmido. Incorporar ao solo até 8 horas depois da aplicação.
Trifluralin	Premerlin	CE 600 g/L	Milenia	Pré	Gramíneas e algumas folhas largas	3,0 a 4,0 L	Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após a aplicação.
Paraquat+ bentazon	Pramato	SA 30 + 48 g/L	Ihara	Pós	Gramíneas e folhas largas	1,5 a 2,5 L	Aplicar quando os feijoeiros estiverem no estágio da 1ª e 3ª folhas trifolioladas, com o solo úmido e a umidade relativa do ar entre 70% e 90%. Usar adjuvante recomendado pelo fabricante.

FONTE: Cobucci et al. (1996).

NOTA: Pré - Pré-emergência da cultura e das plantas daninhas; Pós - Pós-emergência da cultura e das plantas daninhas; PPI - Pré-plantio incorporado; CE - Concentrado emulsionável; DG - Grânulos dispersos em água; SA - suspensão aquosa; ME - Microemulsão.

(1) Refere-se à dose do produto comercial.

Indicações de uso dos principais herbicidas recomendados para o feijoeiro

Herbicidas recomendados em pré-emergência (metolachlor, pendimethalin e trifluralin 600)

No plantio direto, apesar de ser um sistema completamente diferente do convencional, os herbicidas pré-emergentes continuam sendo recomendados nas mesmas doses, em ambos os casos, não se levando em conta a capacidade desses produtos de lixiviar da palhada para o solo (alvo). Fatores como a quantidade de cobertura morta e características físico-químicas dos produtos interferem na lixiviação, refletindo na eficiência agrônômica deles. Alguns herbicidas como pendimethalin, trifluralin

e metolachlor, mesmo ocorrendo chuvas logo após a aplicação, são retidos na palhada e não atingem o solo. Outros produtos são facilmente lixiviados no solo, com chuvas que ocorram 24 horas após a aplicação, como é o caso do sulfentrazone. Por isso, há boas perspectivas no seu uso em plantio direto, apesar de ainda não ser registrado para o feijoeiro. O metolachlor aplicado sobre 8 t/ha de matéria seca, tem pequena capacidade de lixiviar da palhada para o solo.

Herbicidas recomendados em pós-emergência (fomesafen, bentazon, imazamox, paraquat+ bentazon, sethoxydim, fluazifop-p-butyl e clethodim)

O fomesafen é um herbicida recomendado para o controle de plantas daninhas

de folhas largas e deve ser aplicado, quando elas apresentam de duas a seis folhas, dependendo da espécie. Em altas pressões de ervas, especialmente do leiteiro, e/ou condições de baixa umidade relativa do ar no momento da aplicação, recomendam-se aplicações sequenciais, ou seja, a aplicação de metade da dose, quando as plantas daninhas apresentarem duas folhas desenvolvidas, e a outra metade entre sete e dez dias depois. Para o controle da trapoeraba e do joá-de-capote, em estádios mais avançados (mais de seis folhas), e da guanxuma, recomenda-se a mistura do fomesafen com o bentazon. Misturas de bentazon com graminicidas não anulam a eficácia de controle sobre as plantas daninhas. O bentazon é também um herbicida recomendado para o controle de plantas daninhas de folhas largas, nos estádios iniciais de

desenvolvimento. O modo de ação do herbicida é o impedimento da reação de Hill nos cloroplastos. Ele depende de luz para ser eficaz. Misturas com graminicidas diminuem a eficácia de controle das plantas daninhas de folha estreita, mas não das de folha larga. A redução do antagonismo pode ser obtida pela aplicação do graminicida e, após um intervalo superior a três dias, a do bentazon. Após as aplicações, são necessárias pelo menos três horas sem chuva para assegurar a sua absorção. A mistura de bentazon + paraquat (controle do desmódio), em dose baixa, apresenta ação sinérgica às plantas daninhas e antagônicas em relação à toxicidade à cultura. O bentazon parece proteger a cultura contra a toxicidade provocada pelo paraquat. Entretanto, essa mistura tem baixa eficiência em leiteiro. Neste caso, recomenda-se a mistura com imazamox, que é um herbicida pertencente ao grupo das imidazolinonas, recentemente registrado para controle de plantas daninhas de folhas largas na cultura do feijão. As imidazolinonas inibem a enzima sintetase do ácido acetohidróxido (ALS), que participa na formação de três aminoácidos: leucina, valina e isoleucina. O produto é preferencialmente absorvido pelas folhas e translocado. Os primeiros sintomas caracterizam-se pela clorose nas folhas mais novas, seguidos de necrose dos meristemas apicais. Bons resultados de controle têm sido obtidos com mistura de bentazon e/ou aplicação seqüencial com o fomesafen (este em primeira aplicação). Os herbicidas sethoxydim, fluazifop-p-butyl, fenoxaprop-p-ethyl e clethodim são graminicidas e requerem boa umidade do solo e das plantas para melhor absorção e translocação nas plantas. A absorção é bastante rápida, não sendo prejudicada por chuvas que podem ocorrer depois da seca-gem da calda sobre as folhas. A ação efetiva desses herbicidas sobre as plantas daninhas ocorre cerca de cinco a dez dias após a aplicação e caracteriza-se pela descoloração das folhas, que se estende gradualmente por toda a superfície. O crescimento das folhas e das raízes é inibido.

Verifica-se a morte do meristema apical das plantas daninhas cerca de duas semanas após a aplicação.

Seletividade dos herbicidas

Segundo Victoria Filho (1994), a seletividade dos herbicidas para a cultura do feijão ocorre da seguinte maneira:

- a) nas aplicações em PPI, além das características de atuação do herbicida (seletividade fisiológica), as plântulas de feijão conseguem sair rapidamente da camada tratada com o herbicida, por possuírem raízes pivotantes. As gramíneas não têm a mesma capacidade, devido às raízes serem fasciculadas;
- b) nas aplicações em pré-emergência, a seletividade deve-se a um posicionamento do herbicida no solo e, em muitas situações, está envolvida a seletividade fisiológica;
- c) nas aplicações em pós-emergência, a seletividade é mais fisiológica, ou seja, a planta degrada o produto e evita ser injuriada por ele.

Entretanto, para alguns produtos podem existir problemas de fitotoxicidade inicial. A intensidade desses danos e a recuperação dos feijoeiros dependem de vários fatores, como: variedades (ciclo), estágio de crescimento do feijoeiro no momento da aplicação, manejo de irrigação, distribuição de raízes no perfil do solo e condições edafoclimáticas. Para o herbicida s-metolachlor, trabalhos realizados pela Embrapa Arroz e Feijão mostraram que a sua aplicação após a irrigação diminuiu a toxicidade do feijoeiro, comparada com o tratamento em que a irrigação foi feita logo após a aplicação. De forma geral, o feijoeiro deve estar livre de danos fitotóxicos de herbicidas no estágio V_4 , pois, a partir daí, há aumento pronunciado do índice de área foliar. Esse estágio de crescimento é considerado um dos mais importantes, pois determina o arranque da planta.

Trabalhos de seletividade de herbicida

das pós-emergentes (tratamentos mantidos livres de plantas daninhas) mostraram que as aplicações de imazamox (COBUCCI; MACHADO, 1999) e paraquat+bentazon devem ser realizadas entre os estádios V_2 e V_3 e nunca em V_1 ou V_4 , devido à maior fitotoxicidade apresentada com aplicações nestes estádios. Quanto aos herbicidas bentazon e fomesafen a aplicação pode ser realizada em V_1 , V_2 , V_3 e V_4 . Nesses mesmos trabalhos, foi avaliado o efeito da fitotoxicidade inicial na produtividade do feijoeiro. Na média dos ensaios, a aplicação de imazamox a 30 g i.a./ha reduziu a produtividade do feijoeiro em 10%. Com o acréscimo de bentazon (480 g i.a./ha) ao imazamox, a fitotoxicidade foi eliminada e, em consequência, a produtividade não foi afetada. A presença de bentazon provavelmente reduziu a absorção do imazamox pelo feijoeiro. A mistura imazamox + fomesafen não reduziu a fitotoxicidade do feijoeiro. Imazamox a 21 g i.a./ha, apesar da pequena fitotoxicidade, não ocasionou efeitos negativos na produtividade. Paraquat + bentazon ou paraquat + bentazon + fomesafen, apesar dos danos iniciais, não afetaram a produtividade. Quanto à mistura paraquat + bentazon + imazamox, houve redução da produtividade, quando se aplicou imazamox na dose de 30 g i.a./ha.

Trabalhos realizados no Paraná por Buzatti e Podolan (2000) mostram que nas condições locais, em plantio na época das "águas" (outubro-novembro), a aplicação de imazamox, na dose de 30-40 g i.a./ha, não afetou a produtividade do feijoeiro das variedades 'Carioca' e 'FT Bonito'. Provavelmente, a menor fitotoxicidade nessa região, comparada à verificada na região do Cerrado, pode estar relacionada com a temperatura, pois menores temperaturas, principalmente à noite, são verificadas nos plantios de inverno no Cerrado. Em São Paulo, Araújo et al. (2000) observaram que as variedades 'Una' e 'Onix' não se recuperaram da fitotoxicidade inicial do imazamox, enquanto as variedades 'IAPAR 20' e 'Bolinha' foram tolerantes ao herbicida. Rozanski (2000) testou imazamox nas doses de 40, 50 e 60 g i.a./ha, nas

variedades 'Eté' e 'Aruã', e não verificou sinais que pudessem caracterizar quaisquer sintomas de injúrias às plantas de feijão.

Persistência de herbicidas no solo

Nas aplicações de herbicidas no solo, é muito importante conhecer seu efeito residual para evitar injúrias à cultura subsequente. Até o presente, pouco se conhece sobre o efeito injurioso dos resíduos de herbicidas na agricultura brasileira, principalmente pela predominância de um cultivo por ano, na maioria dos sistemas de produção. Nos cultivos intensivos (irrigados ou safrinha), o efeito residual de algum herbicida pode comprometer a cultura seguinte.

Dentre os herbicidas aplicados na cultura do feijoeiro, fomesafen, acifluorfen e imazamox podem apresentar problemas de fitotoxicidade em culturas subsequentes (*carryover*). Santos et al. (1991), trabalhando com o herbicida fomesafen, no sistema feijão-milho, constataram que o efeito do herbicida persistia até 100 dias após a aplicação, causando redução significativa no crescimento da parte aérea de plantas de sorgo usadas como planta-teste. Entretanto, na dose de 0,375 kg/ha, o efeito persistiu por até 180 dias. Cobucci (1996), estudando o efeito de resíduos de fomesafen em solo cultivado com milho, detectou resíduos em até 20 cm de profundidade, mas com maior concentração na camada de 0 a 10 cm. Os resíduos de fomesafen reduziram o conteúdo de clorofila na folha e o volume de raízes de milho plantado 65 dias após a aplicação do herbicida, mas a cultura não foi afetada, com o plantio feito 212 dias após a aplicação do fomesafen.

O potencial de injúria nas culturas subsequentes por resíduos de herbicidas depende da suscetibilidade da cultura a esses resíduos e também da taxa de degradação dos herbicidas no solo. Cobucci et al. (1998) mostraram que o sorgo apresentou-se mais suscetível aos resíduos dos herbicidas no

solo, não tolerando concentrações superiores a 5 ppb, enquanto o arroz e o milho foram mais resistentes (Quadro 9). Trabalho realizado recentemente na Embrapa Arroz e Feijão indica que a quantidade de lâmina d'água aplicada no feijão (umidade do solo) é um dos fatores mais importantes para a degradação dos herbicidas no solo. Nesse trabalho, maiores lâminas d'água proporcionaram maior taxa de degradação dos produtos.

Silva et al. (1995), em solo argiloso, com precipitação de 285,9 mm e suplementação de 300 mm de água via irrigação, no período de 212 dias entre a aplicação dos herbicidas na cultura do feijão e plantio do milho BR 201, verificaram que os herbicidas imazamox (35 e 70 g/ha) e imazethapyr (50 ou 100 g/ha) não deixaram resíduos no solo capazes de causar qualquer problema ao milho.

Cobucci et al. (1998), em dois solos (arenoso e argiloso) com diferentes lâminas d'água de irrigação, constataram que o inter-

valo de dias necessários para o plantio das culturas subsequentes ao feijoeiro variou em relação à lâmina d'água aplicada e à resistência das culturas aos resíduos dos herbicidas no solo (Quadro 10). A textura do solo não foi tão importante como a umidade para a degradação dos produtos no solo. Considerando que o plantio das culturas subsequentes, após a colheita do feijão, é feito aproximadamente 75 dias após a aplicação do produto, a probabilidade de injúria ao sorgo por resíduos de fomesafen (250 g i.a./ha), acifluorfen (170 g i.a./ha) e imazamox (40 g i.a./ha) é alta. Para milho e arroz, a injúria é possível em certas condições ambientais (baixo teor de água do solo e alto conteúdo de argila e matéria orgânica), entretanto, ela parece ser baixa em condições de alta precipitação.

Os herbicidas pendimethalin e trifluralin (dinitroanilinas), também utilizados na cultura do feijoeiro, geralmente não causam problemas de toxicidade em culturas subsequentes, quando o teor de água do solo

QUADRO 9 - Concentração de herbicidas no solo (ppb) que não causam efeitos tóxicos às culturas subsequentes

Culturas subsequentes	Fomesafen (250/ha)	Imazamox (40g/ha)	Acifluorfen (170 g/ha)
	ppb	ppb	ppb
Sorgo	<5,0	<5,0	<5,0
Milho	11,6	12,5	14,7
Arroz	24,4	39,9	15,2

FONTE: Cobucci et al. (1998).

QUADRO 10 - Intervalo de dias necessário entre a aplicação dos produtos e o plantio de culturas subsequentes ao feijoeiro, com duas lâminas d'água aplicadas durante o ciclo do feijoeiro

Culturas subsequentes	Fomesafen (250/ha)		Imazamox (40g/ha)		Acifluorfen (170 g/ha)	
	⁽¹⁾ L1	⁽²⁾ L2	L1	L2	L1	L2
Sorgo	114	179	78	139	6	139
Milho	69	132	68	111	56	89
Arroz	29	5	25	75	1	95

FONTE: Cobucci et al. (1998).

(1) L1 = 6mm/dia. (2) L2 = 4mm/dia.

é adequado para a decomposição deles (precipitação acima de 4,0 mm/dia). Seme-lhantemente ao herbicida fomesafen, as dinitroanilinas são rapidamente degradadas em solos úmidos

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G.S.; DURIGAN, J.C.; SILVA, F.A. Seletividade dos herbicidas fomesafen, imazamox e halosulfuron para cultivares de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.247.
- AREVALO, R.A.; ROZANSKI, A. Plantas daninhas na cultura do feijão. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4., 1991, Campinas. **Anais...** Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1991. p.33-43.
- BLACKSHAW, R.E.; ESAU, R. Control of annual broadleaf weeds in pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Weed Technology**, Lawrence, v.5, p.532-538, 1991.
- BUZATTI, W.J.S.; PODOLAN, M.J. Efeito de herbicidas pós-emergentes latifoliadidas no rendimento de grãos do feijão campeão II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.246.
- COBUCCI, T. **Avaliação agrônômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho**. 1996. 106f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- _____; FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A. da. Controle de plantas daninhas. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.433-464.
- _____; MACHADO, E. Seletividade, eficiência de controle de plantas daninhas e persistência no solo de imazamox aplicado na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, v.17, n.3, 1999, p.419-432.
- _____; PRATES, H.T.; FALCÃO, C.L.M.; REZENDE, M.M.V. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.2, p.258-263, 1998.
- GARCIA, I.; NASCIMENTO, E. Avaliação do herbicida carfentrazone-ethyl (Aurora 400 CE) em mistura com glyphosate e sulfosate no controle de plantas daninhas em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.121.
- GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; MACIEL, C.D.G. **Herbicide alternatives for 2,4-D in no-till cropping systems**. In: INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, 3., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Corvallis: International Weed Science Society, 2000. p.134-135.
- KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.249-259.
- KOZLOWSKI, L.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S. Interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v.1, p.499-502. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).
- KRANZ, W.M. **Efeitos em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) da competição com ervas daninhas**. 1978. 59f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1978.
- LORENZI, H. J. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 299p.
- MACHADO NETO, J.G.; ANDRADE, T.L.C. Efeitos de herbicidas de pós-emergência na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e no controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Campinas, v.6, n.2, p.123-128, dez. 1983.
- ROZANSKI, A. **Avaliação da eficiência do herbicida imazamox em dois cultivares de feijão IAC-carioca, Eté e Aruã**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.251.
- SANTOS, J.G.M.; CARDOSO, A.A.; FERREIRA, L.R.; CHAGAS, J.M.; SILVA, J.F. Avaliação da persistência do fomesafen aplicado na cultura do feijão de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18., 1991, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas, 1991. p.78.
- SILVA, J.B.; ARCHÂNGELO, E.R.; KARAM, D. Avaliação do efeito residual de imazamox e imazethapyr aplicados na cultura do feijão sobre o milho em sucessão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.348-350.
- SILVA, M.A.; COBUCCI, T. Herbicidas aplicados em pré-plantio no controle de plantas daninhas, na cultura do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.235.
- VICTORIA FILHO, R. Manejo integrado de plantas daninhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p.100-111.
- _____. Potencial de ocorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FANCELLI, A.L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.31-48.

Cultura para você colher o ano todo.

Livraria Virtual Embrapa

www.sct.embrapa.br

Vendas: (61) 340.9999 Fax: (61) 340.2757

LANÇAMENTOS



Mais de 800 títulos
Livros, vídeos e cd-roms

Agricultura,
Pecuária,
Meio Ambiente,
Agroindústria
e muito mais

Embrapa

www.embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS

Manejo integrado de doenças do feijoeiro

Trazilbo José de Paula Júnior¹

Rogério Faria Vieira²

Laércio Zambolim³

Resumo - As doenças mais frequentes do feijoeiro são: mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*), antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*), podridão-radicular-seca (*F. solani* f. sp. *phaseoli*) e mosaico-dourado (vírus do mosaico-dourado do feijoeiro). O manejo integrado das doenças, por meio da utilização simultânea de várias estratégias, visa impedir a entrada de patógenos na lavoura ou manter suas populações em níveis abaixo das que causam dano econômico e, ao mesmo tempo, minimizar os efeitos negativos de produtos fitossanitários ao ambiente.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Mancha-angular. Antracnose. Ferrugem. Mofo-branco. Murcha-de-fusarium. Podridão-radicular-seca. Mosaico-dourado.

INTRODUÇÃO

A dinâmica da produção de feijão no Brasil alterou-se muito nos últimos anos. Apesar da redução da área plantada, a produtividade brasileira apresentou crescimento significativo de 1990 (510 kg ha⁻¹) a 2002 (753 kg ha⁻¹), em torno de 48% (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2003). Não obstante, nas regiões de plantio de feijão irrigado, após aumentos de rendimento nos primeiros anos, tem-se observado a redução paulatina do rendimento do feijão, no decorrer das safras, devida aos seguintes fatores: rotação inadequada de culturas, com o conseqüente aumento da incidência e da severidade de doenças; aparecimento de novas doenças; compactação do solo; desequilíbrio nutricional; salinização do solo entre outros. Muitos agricultores tentam minimizar o problema com doses maciças de fertilizantes e aplicações excessivas de defensivos químicos. Desta forma, os resultados nem sempre são

satisfatórios, além de aumentar o custo de produção.

Ao mesmo tempo em que inovações tecnológicas, como irrigação e plantio direto, têm sido incorporadas ao processo produtivo, novos desafios têm surgido, especialmente em relação às doenças causadas por patógenos do solo. As doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro constituem uma das principais causas da sua baixa produtividade no Brasil. Dependendo das condições climáticas, muitas dessas doenças podem causar grandes perdas na produção, ou, então, inviabilizar determinadas áreas para o cultivo.

Neste trabalho será enfatizado o manejo integrado de doenças do feijoeiro, especialmente em áreas irrigadas. No Quadro 1, encontram-se resumos, para cada doença, o modo de sobrevivência e de disseminação dos patógenos, as condições climáticas favoráveis e os principais métodos de controle.

DOENÇAS DO FEIJOEIRO NAS ÁREAS IRRIGADAS

Nas áreas irrigadas, a principal época de plantio de feijão é entre os meses de abril e julho (outono-inverno). As condições climáticas durante essa época são diferentes das verificadas nas épocas tradicionais de cultivo. Os dias são mais curtos e as temperaturas mais baixas. Esses fatores, aliados ao molhamento constante proporcionado pelos pivôs, propiciam condições favoráveis ao desenvolvimento de várias doenças, algumas delas pouco prejudiciais nas épocas tradicionais de plantio.

As doenças causadas por fungos de solo têm-se tornado cada vez mais prejudiciais aos feijoeiros nas áreas irrigadas. Muitas vezes esses fungos interagem entre si e com nematóides, o que dificulta o diagnóstico das doenças e o seu controle. Os patógenos de solo mais comumente isolados das áreas irrigadas são *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum* f. sp.

¹Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: trazilbo@epamig.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: rfvieira@epamig.br

³Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof. Tit. UFV – Dep^o Fitopatologia, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: zambolim@ufv.br

QUADRO 1 - Resumo das principais doenças do feijoeiro

(continua)

Doença	Patógeno	Sobrevivência do patógeno após a colheita	Principais meios de disseminação	Condições favoráveis ao patógeno	Principais métodos de controle
Mancha-angular	<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Restos de cultura Semente	Vento	Temperatura entre 22°C-26°C Alta umidade	Variedade resistente Semente sadia e tratada Fungicidas Rotação de culturas Nutrição equilibrada com K e N
Antracnose	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Semente Restos de cultura	Respingos de água de chuva ou irrigação Semente Insetos	Temperatura entre 15°C-20°C Alta umidade	Variedade resistente Semente sadia e tratada Rotação de culturas Fungicidas
Ferrugem	<i>Uromyces appendiculatus</i>	Restos de cultura por até 60 dias	Vento	Temperatura 17°C-22°C	Variedade resistente Fungicidas Rotação de culturas
Mofa-branco	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Escleródio Semente	Semente Água de enxurrada Água de irrigação Solo aderido a implementos agrícolas Vento	Temperatura 15°C-22°C Alta umidade Alta população de plantas Variedades prostradas e/ou de crescimento exuberante	Semente sadia e tratada Fungicidas Aumento do espaçamento entre fileiras Redução da densidade de plantas Variedades de porte ereto Controle da irrigação Rotação com gramíneas
Murcha-de-fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Clamidosporo Restos de cultura Semente	Semente Solo aderido a implementos agrícolas Água de enxurrada	Temperatura 24°C-28°C Solos arenosos Solos ácidos Estresse hídrico Presença de nematóides-das-galhas	Semente sadia e tratada Variedade resistente Rotação com gramíneas Calagem do solo
Mela	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Escleródio Restos de cultura Semente	Vento Chuva Implementos agrícolas Semente	Umidade relativa alta Temperatura > 23°C	Semente sadia e tratada Rotação de culturas Controle da irrigação
Oídio	<i>Erysiphe polygoni</i>	Em folhas por período curto	Vento Insetos	Baixa umidade Temperatura moderada	Fungicidas Variedade resistente
Podridão-cinzenta-do-caule	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Saprófita no solo Ampla gama de hospedeiros Escleródio Restos de cultura Semente	Semente Água de enxurrada Solo aderido a implementos agrícolas	Alta temperatura Estresse hídrico Solo arenoso	Semente sadia e tratada Rotação de culturas
Podridão-do-colo	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Escleródio Ampla gama de hospedeiros Semente	Semente Água de enxurrada Solo aderido a implementos agrícolas Água de irrigação	Temperatura 25°C-30°C Alta umidade	Semente sadia e tratada Rotação de culturas
Mancha-de-alternária	<i>Alternaria</i> spp.	Semente Restos de cultura	Vento Semente	Temperatura 16°C-20°C Alta umidade	Semente sadia e tratada Rotação de culturas Fungicidas

(conclusão)

Doença	Patógeno	Sobrevivência do patógeno após a colheita	Principais meios de disseminação	Condições favoráveis ao patógeno	Principais métodos de controle
Mancha-de-ascoquita	<i>Ascochyta</i> sp. <i>Phoma exigua</i>	Semente Restos de cultura	Respingos de água de chuva ou irrigação Semente	Temperatura 18°C-25°C Alta umidade	Semente sadia e tratada Rotação de culturas Fungicidas
Podridão-radicular	<i>Rhizoctonia solani</i>	Escleródio Restos de cultura Semente	Água de enxurrada Solo aderido a implementos agrícolas Semente	Temperatura 18°C-22°C	Semente sadia e tratada Rotação com gramíneas
Podridão-radicular-seca	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Clamidosporo Semente	Semente Água de enxurrada Solo aderido a implementos agrícolas	Temperatura 22°C-28°C Alta umidade Camada de solo compactada	Semente sadia e tratada Solos bem drenados Rotação com gramíneas
Carvão	<i>Microbotryum phaseolis</i>	Semente Restos de cultura	Semente Solo aderido a implementos agrícolas	Temperatura 28°C-33°C Plantio direto após milho	Semente sadia e tratada Rotação de culturas
Sarna	<i>Colletotrichum dematium truncata</i>	Semente Restos de cultura	Semente Chuva acompanhada de ventos Solo aderido a implementos agrícolas	Temperatura 28°C Alta umidade Plantio direto após milho ou sorgo	Semente sadia e tratada Rotação de culturas
Murcha-de-curtobacterium	<i>Curtobacterium flaccumfasciens</i> pv. <i>flaccumfasciens</i>	Semente Restos de cultura	Semente Chuva, especialmente de granizo Solo aderido a implementos agrícolas	Temperatura acima de 30°C Variações bruscas de umidade Granizos	Semente sadia Variedade resistente Rotação de culturas
Crestamento-bacteriano-comum	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Semente Restos de cultura Hospedeiros alternativos	Chuva Vento Insetos Implementos agrícolas Semente	Alta temperatura Alta umidade	Semente sadia Rotação de culturas Variedade tolerante
Mosaico-comum	Vírus do mosaico-comum do feijoeiro (BCMV)	Semente	Afídeos (várias espécies)	Temperatura 20°C-30°C	Semente sadia Variedade resistente
Mosaico-dourado	Vírus do mosaico-dourado do feijoeiro (BGMV)	Hospedeiros alternativos	Mosca-branca	Temperatura alta favorece vetor	Zoneamento agrícola Controle do vetor (tratamento de sementes e aplicação de inseticidas) Variedade tolerante Plantio em épocas de temperaturas mais amenas
Nematóides-das-galhas e nematóides-das-lesões	<i>Meloidogyne</i> spp. e <i>Pratylenchus brachyurus</i>	Hospedeiros alternativos Restos de cultura	Solo aderido a implementos agrícolas Água de enxurrada	Solos arenosos Alta umidade	Rotação de culturas Revolvimento do solo Uso de plantas antagonistas Plantio em solos não arenosos

phaseoli, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. Destes, os três primeiros têm sido responsáveis por severos prejuízos.

Entre as doenças causadas por patógenos da parte aérea, a mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*), a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) e o mosaico-dourado do feijoeiro - *bean gold mosaic virus* (BGMV) têm exigido atualmente mais a atenção dos fitopatologistas.

A importância relativa das doenças do feijão plantado no outono-inverno depende da facilidade com que o patógeno adentra a lavoura, dos meios de sobrevivência dele entre cultivos de feijão, dos métodos disponíveis para o controle da doença, dos danos que esta pode causar à cultura e da adaptação do patógeno às condições climáticas dessa época de plantio. Com base nesses fatores, fez-se uma tentativa de classificar, quanto à importância, as doenças que ocorrem ou têm potencial de ocorrer no feijão de outono-inverno cultivado em Minas Gerais (Quadro 2). Vê-se, por exemplo, que, atualmente, o mosaico-comum é uma doença de pouca importância econômica. Entretanto, aquelas como mancha-angular e mofo-branco podem causar prejuízos sérios aos feijoeiros. A mancha-de-ascoquita, embora ainda não seja problema em Minas Gerais, tem, no clima reinante no outono-inverno, condições ótimas para se desenvolver.

Mancha-angular

A mancha-angular (Fig. 1), causada por *P. griseola*, é, provavelmente, a mais importante doença da parte aérea do feijoeiro. Até o final da década de 80, a mancha-angular era reconhecida como doença de pequena importância econômica. Alguns fatores, entretanto, fizeram com que ela se tornasse séria ameaça à cultura do feijão, em Minas Gerais. São eles: plantio da cultura no outono-inverno-primavera, quando as temperaturas são favoráveis; presença de plantas de feijoeiro ou restos de cultura

QUADRO 2 - Importância relativa de doenças do feijão nas condições de outono-inverno em

Minas Gerais		Verde	Amarelo	Vermelho
Doenças				
Mosaico-comum				
Macrofomina				
Podridão-do-colo				
Mela				
Podridão-radicular				
Crestamento-bacteriano				
Oídio				
Mancha-de-alternária				
Mancha-de-ascoquita				
Antracnose				
Ferrugem				
Murcha-de-fusarium				
Podridão-radicular-seca				
Mancha-angular				
Mosaico-dourado				
Mofobranco				

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

NOTA: Verde - Pequena importância. Em geral, as cultivares comerciais são imunes ao mosaico-comum; Verde-amarelo - Em geral, são doenças pouco prejudiciais à cultura em Minas Gerais. A mela e, principalmente, o crestamento-bacteriano podem, ocasionalmente, causar prejuízos moderados ao feijão; Amarelo - Podem causar prejuízos de moderados a sérios à cultura, mas o uso de cultivar resistente e/ou de sementes saudáveis são métodos eficientes para o controle da antracnose e da mancha-de-ascoquita. Essas doenças também podem ser mantidas sob controle com a aplicação de fungicidas. A mancha-de-alternária causa menor dano às plantas, pois, geralmente, aparece no final do ciclo de vida dos feijoeiros. No entanto, é facilmente disseminada pelo vento e, em geral, as cultivares comerciais não lhe são resistentes; Verde-amarelo-vermelho - O mosaico-dourado não é problema em regiões onde não se planta soja ou algodão, como na Zona da Mata de Minas Gerais. Essa virose pode ser problema sério, se o plantio for feito no início do outono em regiões que cultivam soja. Os recursos disponíveis para o controle do mosaico-dourado são limitados; Amarelo-vermelho - Podem causar prejuízos sérios à cultura. A ferrugem e a mancha-angular são facilmente disseminadas pelo vento. O uso de cultivares resistentes é um meio eficiente para o controle da ferrugem, ademais, essa doença pode ser controlada com fungicidas. A mancha-angular é a doença mais comum nas áreas produtoras e não há cultivar imune, por isso são necessárias aplicações periódicas de fungicidas. A murcha-de-fusarium e a podridão-radicular-seca têm sido observadas em muitas lavouras, onde devem ter adentrado por meio de sementes contaminadas; são fungos habitantes do solo, não controlados com fungicidas; em áreas não infestadas com nematóides, o uso de cultivares resistentes é um método eficaz no controle da murcha-de-fusarium. O mofobranco tem sido observado na maioria das lavouras irrigadas em Minas Gerais. O patógeno tem sido introduzido em novas áreas de plantio principalmente por meio de sementes infectadas e/ou contaminadas. O fungo é muito difícil de ser erradicado depois de introduzido e, como não há disponibilidade de cultivares resistentes, ele é mantido sob certo controle com o uso de fungicidas, em geral caros.

contaminados no campo durante todo o ano; emprego da irrigação por aspersão, que propicia condição de umidade favorável à doença; utilização de semente contaminada, que introduz o patógeno em novas regiões; plantio de variedades com base genética restrita de resistência à doença; possíveis alterações nos patótipos do patógeno ao longo dos anos (PAULA JÚNIOR; ZAMBOLIM, 1998). Pastor-Corrales e Paula Júnior (1996) verificaram grande variabilidade de isolados de *P. griseola* no Brasil. Levantamentos mostraram que existem inúmeros patótipos do patógeno em Minas Gerais (NIETSCHKE et al., 1997) e em Goiás (SARTORATO, 2002).

Epidemiologia

A produção de sinêmios e de conídios do fungo é intensa durante períodos prolongados de alta umidade. Entretanto, a liberação de esporos e mesmo o desenvolvimento de sintomas podem ocorrer em condições relativamente secas. Temperaturas entre 16°C e 28°C, com um ótimo em 24°C, favorecem o desenvolvimento da doença. No campo, alterações de condições climáticas (temperatura, umidade relativa,



Figura 1 - Mancha-angular na vagem

luz solar) concorrem para aumentar a severidade da doença. Os conídios podem ser disseminados em grandes distâncias por correntes de ar. O patógeno pode sobreviver, de uma safra para outra, em restos de cultura deixados no campo.

Controle

As medidas de controle incluem utilização de semente sadia e tratada com fungicidas e de variedades resistentes, rotação de culturas e nutrição equilibrada, especialmente com potássio e nitrogênio. A aplicação de fungicida na parte aérea das plantas geralmente proporciona bom controle da doença. A extensa variabilidade de *P. griseola* no Brasil tem sido um desafio aos programas de melhoramento do feijoeiro para resistência à mancha-angular. Mesmo assim, algumas variedades têm sido relatadas na literatura como resistentes à mancha-angular (PAULA JÚNIOR; ZAMBOLIM, 1998). A cultivar Pérola tem apresentado certa tolerância à doença no campo. Variedades de ciclo curto, como ‘Carnaval’ e ‘Jalo MG-65’, devem ser preferidas. Essas variedades de grãos grandes (origem andina) são mais resistentes à doença em Minas Gerais, provavelmente por causa da predominância de raças do patógeno de origem mesoamericana (PAULA JÚNIOR, 1995). Desse modo, recomenda-se o rodízio entre variedades de grãos grandes e pequenos.

Antracnose

A antracnose (Fig. 2), causada por *C. lindemuthianum*, ocorre com frequência em regiões com alta umidade e temperaturas amenas (15°C-22°C). Dependendo da severidade, a doença pode depreciar a qualidade dos grãos. A doença é mais prejudicial nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

Epidemiologia

Para que a doença ocorra, é necessário que as condições de ambiente sejam favoráveis por um período de, no mínimo, 6 horas. O patógeno sobrevive no interior das sementes e em restos de cultura e pode



Figura 2 - Antracnose na folha

ser disseminado por meio de respingos de água de chuva e de irrigação, especialmente quando o vento é forte. Chuvas ou irrigações moderadas e frequentes favorecem a doença.

Controle

A utilização de sementes sadias e tratadas com fungicidas protetores e sistêmicos é uma das estratégias mais eficientes de controle da antracnose. A variabilidade patogênica de *C. lindemuthianum* dificulta o desenvolvimento de variedades resistentes. Aquelas extensamente plantadas, como a ‘Pérola’ e a ‘Carioca’, são suscetíveis às principais raças observadas em Minas Gerais. A cultivar Ouro Negro, entretanto, mantém resistência a essa doença no campo, desde que foi lançada, em 1991. A rotação de culturas é medida importante na redução do inóculo inicial que sobrevive no solo. O controle químico com fungicidas geralmente proporciona bons resultados.

Ferrugem

A ferrugem (Fig. 3), causada por *U. appendiculatus*, pode causar severas perdas, especialmente nos plantios da “seca”



Figura 3 - Ferrugem do feijoeiro

e do inverno. Em condições favoráveis, e se a infecção for severa, pode haver desfolha.

Epidemiologia

Temperaturas moderadas (17°C-22°C) e molhamento foliar contínuo durante períodos superiores a 8 horas são condições que favorecem o progresso da doença. Os uredosporos são disseminados especialmente pelo vento.

Controle

As principais medidas de controle incluem o uso de variedades resistentes e o controle químico com fungicidas. O uso de variedades resistentes é dificultado pela grande variabilidade do patógeno. Entretanto, as variedades disponíveis para plantio apresentam certo grau de resistência à doença. Algumas mostram-se resistentes em determinadas regiões, ou por determinados períodos, em razão de diferenças no quadro de raças do patógeno de uma região ou de uma época para outra. As variedades resistentes à ferrugem, lançadas em Minas Gerais, têm vida útil variável, geralmente em torno de 4 anos (PAULA JÚNIOR; ZAMBOLIM, 1998). Todavia, a cultivar Ouro Negro, recomendada desde 1991, ainda é resistente à doença.

Mofobranco

O mofobranco (Fig. 4), causado por *S. sclerotiorum*, é uma das doenças mais destrutivas do feijoeiro em áreas irrigadas do Brasil, notadamente nos plantios efetuados nas safras de outono-inverno. Em Minas Gerais, nas regiões produtoras irrigadas por aspersão, as perdas decorrentes do mofobranco têm sido elevadas nos últimos anos. A doença torna-se ainda mais severa, onde ocorre abundante crescimento vegetativo da cultura e menor arejamento e penetração da luz solar. Outras culturas, como soja, algodão, alface,



Figura 4 - Mofobranco do feijoeiro

repolho, tomate rasteiro e ervilha, e diversas espécies de plantas invasoras, como picão, carrapicho, caruru, mentrasto e vassoura também são suscetíveis.

Epidemiologia

A doença é mais severa com temperaturas moderadas (15°C-25°C) e alta umidade. O fungo sobrevive no solo, por alguns anos, na forma de escleródios. Os ascosporos, considerados o inóculo primário do patógeno, são produzidos em estruturas denominadas apotécios, originados da germinação dos escleródios. Os ascosporos podem sobreviver até 12 dias no campo e são levados pelo vento para diferentes partes da planta e para outras plantas na mesma área, podendo atingir, ainda, outros campos de cultivo. Temperaturas superiores a 20°C parecem inibir a formação de apotécios. Flores senescentes provêm a energia necessária para a germinação dos ascosporos. A doença também se dissemina de um local para outro por meio de escleródios misturados, ou aderidos às sementes. Estas podem-se apresentar infectadas com micélio do fungo. Os escleródios presentes no solo e nos restos de cultura também podem ser disseminados pela água de irrigação, enxurradas ou implementos agrícolas.

Controle

As medidas de controle de *S. sclerotiorum* devem ser tomadas em conjunto, a fim de impedir a entrada do patógeno em áreas onde a doença ainda não ocorre e de

evitar ambiente favorável ao desenvolvimento da doença, pois, uma vez presente nos campos de cultivo a erradicação do patógeno é difícil. As medidas de controle recomendadas para essa doença são:

- a) utilizar sementes sadias e tratadas com fungicidas;
- b) eliminar plantas que apresentarem sintomas de mofo-branco, antes da formação dos escleródios, em campos onde a doença, anteriormente, não tenha sido constatada;
- c) evitar que a doença seja disseminada de um campo ou de uma região para outra, fazendo a limpeza dos implementos agrícolas utilizados no preparo do solo, antes de eles serem levados para áreas isentas da doença;
- d) realizar rotação com gramíneas (trigo, milho, milheto, aveia ou braquiária), para reduzir o inóculo do patógeno. Canteri et al. (1999) recomendam utilizar as gramíneas por pelo menos um ano, com irrigação, de maneira que os apotécios sejam formados e liberem ascosporos. Na ausência de plantas hospedeiras, haverá redução do inóculo;
- e) plantar o arroz submerso em áreas passíveis de inundação, visando reduzir o inóculo;
- f) utilizar maior espaçamento entre fileiras e menor número de sementes por metro nas linhas de cultivo;
- g) preferir variedades de feijão eretas e precoces;
- h) orientar as fileiras paralelas à direção predominante dos ventos, para facilitar a aeração das plantas;
- i) evitar adubações pesadas com nitrogênio, para que não ocorra acamamento e as plantas não apresentem crescimento exuberante;
- j) preferir regas pesadas mas menos frequentes para evitar o excesso de água no solo. Além disso, recomenda-se que a água seja aplicada de maneira uniforme no campo;

- k) aplicar fungicidas, preventivamente, no início da floração em áreas onde a doença esteja disseminada e em épocas favoráveis à sua ocorrência.

Murcha-de-fusarium

A ocorrência cada vez maior da murcha-de-fusarium, causada por *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, e as dificuldades na adoção de medidas eficientes para o seu controle têm feito dessa doença uma das mais prejudiciais à cultura do feijoeiro nas áreas irrigadas (Fig. 5).

Epidemiologia

O patógeno pode sobreviver saprofiticamente no solo e nos restos de cultura. Produz macro e microconídios e pode resistir a condições adversas por meio de esporos chamados clamidosporos. Temperatura entre 24°C e 28°C, solos arenosos e ácidos e estresse hídrico favorecem a doença. Esta pode ser transmitida por meio de sementes contaminadas. O fungo pode ser transportado também pelas enxurradas, pela água de irrigação e pelo solo aderido aos equipamentos agrícolas. A intensidade da doença pode aumentar, com a presença de nematóides do gênero *Meloidogyne*, que facilitam o processo de infecção com o fungo.



Figura 5 - Plantas de feijoeiro com sintomas de murcha-de-fusarium

Controle

Devem-se utilizar sementes sadias e tratadas com fungicidas, bem como evitar o trânsito de máquinas e implementos agrícolas provenientes de áreas contaminadas. Uma vez detectada a doença no campo, recomendam-se certas práticas, como a eliminação de restos de cultura contaminados e a rotação de culturas por no mínimo cinco anos, especialmente com gramíneas. ‘Talismã’, ‘Carnaval’, ‘Jalo MG-65’, ‘Ouro Negro’ e ‘Pérola’ são variedades de feijão que apresentam resistência moderada no campo.

Podridão-radicular-seca

A podridão-radicular-seca (Fig. 6), causada por *F. solani* f. sp. *phaseoli*, ocorre, há alguns anos, de forma generalizada em Minas Gerais, mas sem causar prejuízos graves. Entretanto, a doença é hoje responsável por severos prejuízos à cultura do feijão. A severidade da doença é maior na presença de nematóides, ou de outros patógenos, como *Pythium* sp. ou *R. solani*.



Figura 6 - Podridão-radicular-seca

Epidemiologia

A doença é mais severa com temperaturas próximas de 22°C. A disseminação do patógeno ocorre por meio de sementes e de solo contaminado, enxurradas e água de irrigação. O fungo produz macro e microconídios e pode sobreviver no solo na forma de clamidosporos ou como saprófita. A doença é mais prejudicial em áreas com solos compactados.

Controle

Recomenda-se a utilização de sementes isentas do patógeno e tratadas com fungicidas. A rotação com gramíneas, no mínimo por cinco anos, propicia a redução do inóculo do patógeno. Outras medidas incluem o plantio em solos bem drenados e

a utilização de menor densidade de plantio. Apesar de existirem alguns genótipos de feijão com alto nível de resistência a *F. solani* f. sp. *phaseoli*, não se dispõem, ainda, de cultivares comerciais resistentes à doença.

Mosaico-dourado

O vírus do mosaico-dourado do feijoeiro – do inglês *bean gold mosaic virus* (BGMV) – pertence à família Geminiviridae. A doença (Fig. 7) está disseminada nas regiões produtoras do Sudeste, Sul e Centro-Oeste do Brasil. Em Minas Gerais, o mosaico-dourado causa prejuízos nas regiões do Triângulo Mineiro, Noroeste e Alto Paranaíba. A importância da doença, a partir da década de 70, está relacionada com a expansão da soja nessas regiões, que é excelente hospedeira da mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.), inseto-vetor do BGMV. O feijão é infectado, especialmente, nos períodos em que a soja se aproxima da maturação e a mosca-branca migra para os campos de feijão.

Transmissão e epidemiologia

O BGMV é um vírus que não é transmitido pelas sementes, mas pela mosca-branca, que também pode transmitir outras viroses. O vírus é adquirido pelo inseto de plantas infectadas. Apesar de ele não se multiplicar no inseto-vetor, o período de sua retenção pode durar toda a vida do inseto. Outras culturas e plantas daninhas, principalmente espécies de leguminosas, servem como hospedeiras do vírus. A mosca-branca,



Figura 7 - Mosaico-dourado

além de colonizar a soja e o feijão, coloniza diversas espécies vegetais, como algodão, amendoim-bravo e *Sida* spp. Altas populações do vetor, ao se desenvolver em plantas daninhas, podem agravar sobremaneira a doença durante o plantio da “seca”. Altas temperaturas aceleram os estádios de desenvolvimento de *B. tabaci*, entretanto, a disseminação da doença pode ser mais dependente da migração e da existência de reservatórios do vírus, do que da temperatura propriamente dita (FARIA et al., 1996). Durante os períodos de temperaturas mais amenas do ano, observa-se rápido decréscimo das populações dos vetores no campo. O cultivo intensivo e paulatino de feijão irrigado tem favorecido a disseminação do vírus por altas populações de moscas-brancas, ocorrendo migrações dos insetos dos primeiros plantios de feijão para os mais novos.

Controle

A incidência da doença pode ser reduzida plantando-se o feijão longe de

possíveis fontes de vírus, como soja e algodão. O zoneamento agrícola tem dado bons resultados nos estados de São Paulo e do Paraná (DE FAZIO, 1985). Outra medida eficiente é a alteração da data de plantio, buscando, quando possível, épocas com temperaturas mais amenas. O plantio das “águas” também coincide com níveis baixos de população de vetores. Muitos agricultores têm retardado o plantio de feijão de inverno nas áreas produtoras de soja, até que esta seja totalmente colhida e a população de mosca-branca tenha sido reduzida. A eliminação de plantas voluntárias de soja e de outros hospedeiros alternativos da mosca-branca (como algodão e fumo) e do vírus (como feijão-mungo e caupi) é recomendada. O controle da mosca-branca com inseticidas é eficaz, apesar de ser caro e dificultado pelas migrações do inseto. O tratamento de sementes com inseticidas permite o controle da mosca-branca nas primeiras semanas após a emergência das plântulas. Os tratamentos subsequentes com inseticidas, com

4-5 pulverizações, devem ser realizados até a fase de floração. Variedades tolerantes em uma região podem não ser em outras áreas.

ESTRATÉGIAS DE MANEJO INTEGRADO

O manejo integrado de doenças pode ser entendido como a utilização de todas as estratégias disponíveis dentro de um programa unificado, de modo que mantenha as populações dos patógenos abaixo do limiar de dano econômico, procurando-se, ao mesmo tempo, minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente. Duas principais macroestratégias governam o manejo integrado de doenças do feijoeiro: eliminação ou redução do inóculo inicial e redução da taxa de progresso de doença no campo. Essas estratégias incluem medidas que podem ser recomendadas antes do plantio e durante a condução da cultura no campo. No Quadro 3, são apresentados métodos de controle de doenças do feijão que podem ser utilizados em diferentes fases do

QUADRO 3 - Métodos de controle de doenças do feijão em diferentes fases do empreendimento

(continua)

Fases/Práticas	Métodos/Objetivos	Doenças controladas
Antes do plantio	Instalar os pivôs (ou a lavoura) longe dos da vizinhança	Causadas, principalmente, por patógenos disseminados pelo vento e por insetos
Antes do plantio	Evitar, se possível, a proximidade entre os pivôs, ou isolá-los com faixas de mata	Causadas, principalmente, por patógenos disseminados pelo vento e por insetos
Antes do plantio	Aquisição de sementes sadias	Todas as doenças importantes no plantio de outono-inverno, com exceção da ferrugem e do mosaico-dourado
Antes do plantio	Rotação adequada de culturas	Todas as doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides
Antes do plantio	Rotação de cultivares de feijão recomendadas pela pesquisa	Principalmente antracnose, ferrugem, mancha-angular, murcha-de-fusarium e oídio
Antes do plantio	Usar semente sadia de culturas, nas rotações, que podem introduzir patógenos que atacam o feijão	Principalmente macrofomina, mela, mofo-branco, podridão-do-colo e podridão-radicular
Antes do plantio	Plantio de leucena para incorporação ao solo duas semanas antes do plantio	Murcha-de-fusarium, podridão-do-colo e podridão-radicular
Época de plantio	Evitar o cultivo no início do outono	Mosaico-dourado
Época de plantio	Evitar o cultivo durante os meses mais frios	Mofo-branco, podridão-radicular e podridão-radicular-seca
Preparo do solo	Lavar rodas de máquinas e de implementos agrícolas que operaram em outra gleba	Macrofomina, mela, mofo-branco, murcha-de-fusarium, podridão-do-colo, podridão-radicular e podridão-radicular-seca

(conclusão)

Fases/ Práticas	Métodos/Objetivos	Doenças controladas
Preparo do solo	Aração profunda com tombamento da leiva	Todas as doenças causadas por fungos e bactérias
Preparo do solo	Redução da compactação do solo	Murcha-de-fusarium, podridão-do-colo, podridão-radicular e podridão-radicular-seca, mofo-branco
Plantio	Considerar a direção prevaiente do vento para a escolha do primeiro pivô a ser semeado	Patógenos transportados pelo vento
Plantio	Alternar culturas entre pivôs adjacentes	Patógenos disseminados, principalmente pelo vento e por insetos
Plantio	Alternar cultivares de feijão entre pivôs adjacentes	Principalmente antracnose, ferrugem, mancha-angular e oídio
Plantio	Tratamento de sementes com fungicidas	Doenças fúngicas transmissíveis pela semente
Plantio	Depositar as sementes em sulcos rasos	Macrofomina, podridão-radicular e podridão-radicular-seca
Plantio	Maior espaçamento entre as fileiras e entre as plantas	Antracnose, crestamento-bacteriano, ferrugem, mancha-angular, mancha-de-alternária, mancha-de-ascoquita, mela, mofo-branco, murcha-de-fusarium, podridão-do-colo, podridão-radicular e podridão-radicular-seca
Plantio	Controlar nematóides	Murcha-de-fusarium e podridão-radicular-seca
Plantio	Direto ou cultivo mínimo	Macrofomina, mofo-branco, podridão-radicular e podridão-radicular-seca
Pós-emergência	Cobertura morta sobre o solo	Macrofomina, mela, mofo-branco, podridão-do-colo e podridão-radicular
Pós-emergência	Evitar movimentação de homens e máquinas na lavoura quando as plantas estiverem úmidas	Antracnose, crestamento-bacteriano e mancha-de-ascoquita
Irrigação	Manejo adequado da irrigação: aplicar água uniformemente e sem excesso	Mofo-branco, podridão-do-colo, podridão-radicular e podridão-radicular-seca
Adubação	Correção da acidez do solo	Mela, murcha-de-fusarium e podridão-do-colo
Adubação	Evitar adubação nitrogenada em excesso	Mofo-branco e murcha-de-fusarium
Controle de plantas daninhas	Fazer bom controle	Antracnose, crestamento-bacteriano, mancha-angular, mofo-branco, oídio e podridão-do-colo
Controle de plantas daninhas	Evitar o corte das raízes laterais formadas próximas à superfície do solo	Murcha-de-fusarium e podridão-radicular-seca
Controle de insetos	Aplicação de inseticidas	Principalmente viroses (controle de vetores)
Controle de doenças fúngicas da parte aérea	Aplicação de fungicidas	Antracnose, ferrugem, mancha-angular, mancha-de-alternária, mela, mofo-branco e oídio
Beneficiamento	Limpeza das sementes	Causadas por patógenos que podem contaminar as sementes
Beneficiamento	Eliminação de sementes fora do padrão	Causadas por patógenos que infectam as sementes

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

empreendimento agrícola. Informações sobre a disponibilidade de cultivares imunes, resistentes ou tolerantes (Quadro 4) são importantes para o planejamento do controle de determinadas doenças.

Rotação de culturas

Ao analisar-se o Quadro 1, pode-se observar que uma das estratégias de controle mais apropriada é a rotação de culturas. Essa medida deve ser empregada especialmente para patógenos invasores (não-habitantes) do solo, por pelo menos 18 meses, embora seja medida recomendada também para os habitantes do solo, os quais geralmente produzem estruturas de sobrevivência. Para estes últimos, o período em que o feijão não é incluído na rotação deve ser de pelo menos quatro anos. No entanto, a eliminação completa do inóculo do patógeno é, geralmente, impossível. Mesmo no caso de patógenos biotróficos, como ferrugem e oídio, que não apresentam fase saprofítica e são facilmente transportados pelo vento, a rotação de culturas pode ser medida complementar de controle. Nesse caso, basta evitar o cultivo de feijão após feijão, para que a fonte de inóculo seja eliminada.

Algumas características dos patógenos habitantes do solo podem limitar a utilização da rotação de culturas. *Rhizoctonia solani*, por exemplo, apresenta grande habilidade de competição saprofítica; *Fusarium* spp., *S. rolfsii*, *S. sclerotiorum*, *M. phaseolina* e *Pythium* sp. produzem estruturas de sobrevivência; muitos desses patógenos possuem ampla gama de hospedeiros. Entretanto, mesmo nesses casos, a rotação de culturas, especialmente com gramíneas, é estratégia recomendada. Quando se promove a rotação com culturas não-hospedeiras, o patógeno não dispõe mais de fonte nutricional para sobreviver ou multiplicar-se. O uso de espécies suscetíveis a *S. sclerotiorum*, como nabo forrageiro, girassol e canola, em esquemas de rotação com o feijoeiro, pode favorecer o mofo-branco (COSTAMILAN; YORINORI, 1999).

QUADRO 4 - Controle de doenças do feijão por meio de cultivares tolerantes, resistentes ou imunes

Doenças	Grau de resistência das cultivares
Antracnose	As cultivares recém-lançadas pela pesquisa, em geral, apresentam resistência à maioria das raças predominantes. Porém, essa resistência pode ser perdida com o passar dos anos por causa do “surgimento” de novas raças do fungo.
Crestamento-bacteriano	Não há cultivar imune. Algumas cultivares toleram mais a doença do que outras. Em geral, as plantas são mais suscetíveis após a floração.
Ferrugem	As cultivares recém-lançadas pela pesquisa, em geral, apresentam resistência à maioria das raças predominantes. Porém, essa resistência pode ser perdida com o passar dos anos por causa do “surgimento” de novas raças do fungo.
Mancha-angular	Não há cultivar comercial imune. As cultivares recém-lançadas geralmente são mais tolerantes às raças predominantes. A rotação entre cultivares de grãos grandes e pequenos é recomendável.
Mancha-de-ascoquita	As cultivares comerciais são, provavelmente, suscetíveis.
Mancha-de-alternária	As cultivares comerciais são, em geral, suscetíveis. O feijão tipo jalo apresenta certa resistência.
Mela	Não há cultivar imune a essa doença. As cultivares comerciais não têm sido avaliadas, quanto à tolerância à mela. A melhor circulação do ar proporcionada pelo plantio de cultivares de porte ereto é condição desfavorável ao desenvolvimento do fungo.
Mofobranco	Não há cultivar comercial resistente a essa doença. Em geral, cultivares cuja arquitetura permite melhor circulação de ar e penetração de luz são menos propensas ao ataque da doença.
Mosaico-comum	As cultivares lançadas pela pesquisa são, em geral, imunes a essa doença. Exceção: ‘Ouro Negro’.
Mosaico-dourado	Não há cultivar imune. Algumas cultivares toleram mais a doença do que outras.
Murcha-de-fusarium	A presença na gleba de nematóides causadores de galhas-das-raízes pode anular a resistência de algumas cultivares, como ‘Rudá’, ‘Pérola’, ‘Carnaval’ e ‘Jalo MG-65’.
Oídio	As cultivares de grãos grandes, como as do tipo jalo, são, em geral, mais suscetíveis.
Macrofomia	As cultivares comerciais não têm sido avaliadas, quanto à resistência a essa doença.
Podridão-do-colo	As cultivares comerciais não têm sido avaliadas, quanto à resistência a essa doença.
Podridão-radicular	As cultivares comerciais não têm sido avaliadas, quanto à resistência a essa doença. Em geral, cultivares de grãos pretos são mais tolerantes à infecção das raízes e das sementes.
Podridão-radicular-seca	As cultivares comerciais não têm sido avaliadas, quanto à resistência a essa doença. Em geral, a resistência está associada a cultivares de sementes pequenas, à maturação tardia e ao crescimento indeterminado.

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

Além dos fungos acima relacionados, os nematóides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e os nematóides-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*) também podem causar sérios danos à cultura. Medidas de controle de nematóides incluem freqüentemente a rotação com espécies não-hospedeiras. Vieira (1983) salienta que o plano de rotação deve prever a ausência de feijoeiros ou de outras culturas suscetíveis no terreno infestado, por dois ou três anos, no mínimo. Para o controle de *Meloidogyne* spp., recomenda-se a rotação com gramíneas, a fim de reduzir a densidade populacional dos nematóides. Plantas antagonistas, como crotalárias e mucunas têm sido utilizadas, proporcionando benefícios adicionais ao solo. Ao contrário, outras espécies utilizadas como adubos verdes, como as leguminosas tremoço, feijão-de-porco e lablab, favorecem a multiplicação dos nematóides-das-galhas. Para o controle dos nematóides-das-lesões, a rotação com amendoim (VIEIRA, 1983) e plantas antagonistas (ABAWI; AGUDELO, 1994) tem sido recomendada. A atividade antagonista de certas espécies de plantas a nematóides é conhecida. Espécies como *Tagetes minuta*, *Crotalaria spectabilis* e *Indigofera hirsuta* podem reduzir as populações de nematóides-das-galhas e de nematóides que causam lesões nas raízes. Para a escolha das culturas que comporão um plano de rotação, é fundamental que se conheça a espécie de nematóide que ocorre na área. Deve-se evitar o plantio do feijão em campos contaminados por *P. brachyurus*, especialmente onde tenham sido cultivados, anteriormente, soja ou milho.

Os restos de cultura de plantas utilizadas como adubo verde e de plantas antagonistas a nematóides podem inibir o desenvolvimento e a sobrevivência de patógenos do solo. Um dos desafios atuais da pesquisa do feijão, em Minas Gerais, é associar o manejo integrado das doenças causadas por patógenos de solo às técnicas de adubação verde e de plantio direto, com o objetivo de assegurar que

os benefícios proporcionados por essas técnicas não prejudiquem o controle dos patógenos.

Plantio direto e coberturas mortas

O plantio direto resulta em profunda alteração das populações de organismos que possuem fase saprofítica no solo. Segundo Zambolim et al. (2001), o maior potencial de inóculo (em razão da não eliminação dos restos de cultura) e o seu posicionamento mais próximo aos sítios de infecção garantem maior eficiência no processo de inoculação, favorecendo o desenvolvimento inicial mais severo de algumas doenças. No Sul do Brasil, tem-se observado que a realização de práticas culturais, como semeadura em condições de alto teor de água no solo, favorecem a ocorrência de doenças radiculares em plantas de soja e de feijão em sistemas de plantio direto (COSTAMILAN et al., 1999). Segundo esses autores, a diminuição da temperatura do solo pode causar retardamento da germinação e redução da taxa de desenvolvimento de plântulas, principalmente na semeadura em época fria. Essa situação pode favorecer, inicialmente, o tombamento de plântulas e as doenças de raízes induzidas por patógenos de solo beneficiados por baixas temperaturas, como *Fusarium* spp., *R. solani* e *Pythium* sp. Por outro lado, o plantio direto pode criar ambiente supressivo a fitopatógenos do solo, tendo em vista que solos com teor de nutrientes mais equilibrado, maior porcentagem de matéria orgânica, maior diversidade de microrganismos, além de melhor estrutura física do solo, favorecem a ação de organismos antagonistas (ZAMBOLIM et al., 2001). Nasser et al. (1999) reportaram que a palhada de gramínea reduziu a sobrevivência de escleródios de *S. sclerotiorum*, e que a ocorrência do mofo-branco foi menor no sistema de plantio direto do que no plantio convencional. Ademais, o plantio direto cria também uma barreira física à dispersão dos ascósporos. Oliveira et al. (2002) verificaram alta

incidência de mofo-branco em feijoeiro cultivado sobre palhada de soja. No entanto, quando a cultura foi plantada sobre palhada de milho consorciado com braquiária ou sobre palhada de arroz, a doença não ocorreu. Além de *S. sclerotiorum*, o plantio direto sobre palhada de braquiária pode induzir supressividade a *R. solani* e *Fusarium* spp.

Para que o plantio direto tenha sucesso, é muito importante empregar sementes saudáveis e tratadas, praticar a rotação de culturas e utilizar variedades resistentes, quando houver disponibilidade. Algumas doenças observadas na região do cerrado, como a sarra e o carvão, parecem estar associadas ao sistema de plantio direto realizado sem esquemas adequados de rotação de culturas.

Tratos culturais

A incorporação de restos de feijoeiros contaminados com patógenos é recomendada como parte das estratégias de controle integrado. Entretanto, no caso de patógenos habitantes do solo, essa medida não é apropriada, a não ser que a incorporação dos resíduos contaminados seja feita em profundidade superior a 20 cm (PAULA JÚNIOR, 2002).

O uso de maior espaçamento entre as fileiras e entre as plantas pode ser importante no controle da antracnose, do crestamento-bacteriano, da ferrugem, da mancha-angular, da mancha-de-alternária, da mancha-de-ascoquita, da mela, do mofo-branco, da murcha-de-fusarium, da podridão-do-colo, da podridão-radicular e da podridão-radicular-seca (VIEIRA; PAULA JÚNIOR, 1998).

O controle da irrigação e uma boa drenagem do solo podem contribuir para o controle de doenças como mofo-branco. Solos não encharcados, mas com bom teor de água, podem favorecer populações de organismos antagonistas e, indiretamente, contribuir para o controle de patógenos do solo (PAULA JÚNIOR, 2002).

Plantas de feijão podem tolerar mais as doenças, desde que corretamente aduba-

das. No caso de áreas contaminadas por patógenos do solo, são recomendadas práticas culturais que permitam rápida emergência de plântulas, como uso de sementes de boa qualidade, plantio em períodos

de altas temperaturas e adequado teor de água no solo.

Muitos patógenos do feijoeiro podem sobreviver durante a entressafra parasitando ou infectando outras plantas hos-

pedeiras. No Quadro 5, são apresentados os meios de sobrevivência de alguns patógenos. No Quadro 6, são apresentados alguns hospedeiros alternativos dos patógenos do feijão.

QUADRO 5 - Meios de sobrevivência de alguns patógenos na entressafra do feijão

Patógenos	Meios de sobrevivência
⁽¹⁾ <i>Alternaria</i> spp.	Nos restos de cultura de feijão e de plantas daninhas, como epífita, ou como patógeno do feijão e/ou de outras plantas nos anos seguintes.
⁽¹⁾ <i>Ascochyta</i> spp.	Nos restos de cultura como patógeno de outras culturas e de plantas indígenas.
⁽²⁾ Vírus do mosaico-comum do feijoeiro	Em algumas espécies de leguminosas nativas, de onde os pulgões podem adquirir o vírus para transmiti-lo ao feijão.
⁽¹⁾ <i>Colletotrichum dematium truncata</i>	Nos restos de cultura de feijão.
⁽¹⁾ <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Nos restos de cultura de feijão por até dois anos.
⁽¹⁾ <i>Curtobacterium flaccumfasciens</i> pv. <i>flaccumfasciens</i>	Nos restos de cultura de feijão.
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Nos restos de cultura, na forma de micélio e esporos e no solo na forma de clamidosporos. Também sobrevive na ausência do hospedeiro ao invadir e colonizar outras plantas.
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	No solo, na forma de clamidosporos. Estas estruturas germinam e reproduzem-se na presença de sementes e de raízes de muitas plantas não-hospedeiras e de matéria orgânica. Por isso, o fungo pode sobreviver indefinidamente no solo.
⁽¹⁾ <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Nos restos de cultura por mais de um ano.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Em plantas daninhas, ou em outras culturas suscetíveis, e nos restos de cultura na forma de escleródios e picnídios. Os escleródios são os propágulos mais importantes para a sobrevivência do patógeno no solo.
⁽¹⁾ <i>Microbotryium phaseoli</i>	Nos restos de cultura de feijão.
<i>Rhizoctonia solani</i>	No solo, na forma de escleródios ou de micélio associados a resíduos de plantas suscetíveis, ou como saprófita. Por isso, pode sobreviver indefinidamente no solo. Pode estar presente em solos não cultivados anteriormente.
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Os escleródios sobrevivem no solo por pelo menos um ano. Também podem sobreviver em tecidos infectados de plantas hospedeiras e como saprófitas.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	No solo, na forma de escleródios por vários anos. Ademais, os escleródios podem produzir escleródios secundários, garantindo a sobrevivência do fungo por tempo indeterminado.
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	No solo, na forma de escleródios (por vários anos) e na forma de micélio nos restos de cultura.
⁽¹⁾ <i>Uromyces appendiculatus</i>	Em restos de cultura, os uredosporos sobrevivem até 60 dias.
⁽¹⁾ <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Até um ano nos restos de cultura e como epífita, por até seis meses, em folhas de soja, milho e em muitas plantas daninhas.

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

(1) Patógenos não-habitantes do solo. A incorporação dos restos de cultura contaminados ao solo, para a sua rápida decomposição, reduz o tempo de permanência do patógeno na gleba. (2) Não sobrevive em restos de cultura e no solo.

QUADRO 6 - Alguns hospedeiros alternativos de patógenos do feijão

Patógenos	Plantas hospedeiras
<i>Alternaria</i> spp.	Crucíferas, girassol e trigo.
<i>Ascochyta</i> spp.	Algodão, berinjela, caupi, feijão-fava, fumo, mungo, pimentão, quiabo, soja, tomate, tremoço.
Vírus do mosaico-comum do feijoeiro	Alfafa, <i>Canavalia ensiformes</i> , caupi, <i>Crotalaria spectabilis</i> , ervilha, <i>Lablab purpureus</i> , siratro e várias espécies de <i>Phaseolus</i> .
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Caupi, feijão-fava, mungo.
<i>Erysiphe polygoni</i>	Causa doença em mais de 350 espécies de plantas, inclusive em várias leguminosas.
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Algumas espécies de <i>Phaseolus</i> .
<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Caupi, feijão-fava, ervilha e outras leguminosas.
<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Caupi, feijão-fava e outras leguminosas.
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Causa doença em mais de 500 espécies de plantas, incluindo abóbora, algodão, amendoim, batata, berinjela, caupi, girassol, grão-de-bico, lentilha, melancia, melão, milho, mungo, pepino, quiabo, soja, sorgo, tomate.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Amendoim, batata, canola, caupi, cebola, ervilha, fumo, milho, soja, tomate.
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Causa doença em mais de 500 espécies de mono e dicotiledôneas, mas leguminosas, solanáceas e cucurbitáceas são mais suscetíveis.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Causa doença em mais de 400 espécies de plantas, incluindo algodão, batata, canola, cenoura, ervilha, girassol, soja, tomate, trevo.
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Algodão, arroz, caupi, milho, soja, tomate e muitas hortaliças.
<i>Uromyces appendiculatus</i>	Muitas espécies de <i>Phaseolus</i> , caupi, siratro.
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Caupi, ervilha, feijão-fava, <i>Lablab purpureus</i> , mungo, soja e outras leguminosas.

FONTE: Dados básicos: Vieira e Paula Júnior (1998).

Uso de sementes sadias

O uso de sementes sadias é fundamental para evitar a introdução de patógenos, ou para diminuir o potencial de inóculo de patógenos em áreas já contaminadas. Além disso, o tratamento de sementes com fungicidas é recomendado em muitos casos. No capítulo “Importância do uso de sementes de feijão livres de patógenos” esse assunto é abordado com detalhes.

Controle químico

A eficiência do controle químico com fungicidas é maior, se outras medidas de controle forem usadas simultaneamente. Alguns produtos já têm registro para aplicação via água de irrigação. Apesar de possíveis impactos na população de microrganismos antagonísticos do solo, essa técnica reduz o custo da distribuição do fungicida e evita a entrada de tratores na gleba.

Cultivares resistentes

A resistência genética é uma das formas mais baratas que o agricultor dispõe como estratégia de controle integrado das doenças do feijoeiro, principalmente as causadas por patógenos da parte aérea. A melhor circulação do ar proporcionada pelo plantio de cultivares de porte ereto é condição desfavorável ao desenvolvimento de várias doenças. O plantio de cultivares precoces permite, em certos casos, que a colheita

seja realizada antes que as condições climáticas sejam favoráveis e/ou que a intensidade de doença aumente muito e cause perdas substanciais.

Escape

O plantio de feijão em época desfavorável a determinadas doenças visa não apenas à redução de perdas, como também à redução do potencial de inóculo dos patógenos. Atualmente, essa estratégia vem sendo usada com sucesso no caso do mosaico-dourado. A alteração da data de plantio, buscando épocas com temperaturas mais amenas ou com níveis baixos de população de mosca-branca, é recomendada no controle da virose.

CONCLUSÃO

O manejo integrado das doenças do feijoeiro não deve ser visto como a simples sobreposição de duas ou mais técnicas de controle. Como comentam Bergamin Filho e Amorim (1996), deve haver uma integração de todas as técnicas apropriadas de manejo com os elementos naturais limitantes e reguladores do ambiente, levando-se em conta, igualmente, as preocupações econômica dos produtores e ecológico-ambiental da sociedade.

REFERÊNCIAS

ABAWI, G.S.; AGUDELO, F.V. Nemátodos. In: PASTOR-CORRALES, M.A.; SCHWARTZ, H.F. (Ed.). **Problemas de producción del frijón en los trópicos**. 2.ed. Cali, Colômbia: CIAT, 1994. p. 495-517.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1996. 299p.

CANTERI, M.G.; SILVA, O.C. da; DALLA PRIA, M.; COSTA, J.L. da S.; SOUZA, E.D. de T.; BERNI, R.F. Principais medidas de controle. In: CANTERI, M.G.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O.C. da. **Principais doenças fúngicas do feijoeiro:**

orientações para manejo econômico e ecológico. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p.139-159.

COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B.; BONATO, E.R. Sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura de soja, em sistema de plantio direto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.175-177, jun. 1999.

_____; YORINORI, J.T. Efeito do sistema de plantio direto sobre algumas doenças em leguminosas na região sul do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, p.219-220, ago. 1999. Suplemento: XXXII Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

DE FAZIO, G. O mosaico dourado do feijoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, p.41-48, fev. 1985.

FARIA, J.C. de; ANJOS, J.R.N. dos; COSTA, A.F. da; SPERANDIO, C.A.; COSTA, C.L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.732-769.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Evolução da produção de grãos** Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/spa/pagespa/ch02/2_1.xls>. Acesso em: 21 ago. 2003.

NASSER, L.C.B.; CAFÉ FILHO, A.C.; AZEVEDO, J.A.; GOMES, A.C.; ALBRETCH, J.C.; FREITAS, M.A.; KARL, A.C.; FERRAZ, L.L.C.; MEDEIROS, R.G.; ARANCIBIA, R.C.; NAPOLEÃO, R.L.; JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo do cancro da haste da soja e mofo branco do feijoeiro em sistemas de produção do cerrado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, p.220-222, ago. 1999. Suplemento: XXXIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

NIETSCHKE, S.; CARVALHO, G.A.; BORÉM, A.; PAULA JÚNIOR, T.J.; FERREIRA, C.F.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Variabilidade patogênica de *Phaeoisariopsis griseola* em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, p.289-290, ago. 1997. Suplemento: XXX Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

OLIVEIRA, R.M. de; OLIVEIRA, I.P. de; FÁRIA, C.D. de; KLIEMANN, H.J. Propágulos de *Sclerotinia sclerotiorum* no solo e incidência do mofo-branco na parte aérea do feijoeiro cultivado em plantio direto sobre várias coberturas mortas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.180-183.

PASTOR-CORRALES, M.A.; PAULA JÚNIOR, T.J. Estudo da diversidade genética de *Phaeoisariopsis griseola* no Brasil. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. v.1, p.239-241. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 69).

PAULA JÚNIOR, T.J. **Ecological investigations as a basis for integrated management of bean Rhizoctonia root rot**. 2002. 78f. Dissertation (Doktor) - Universität Hannover, Alemanha.

_____. Mancha angular do feijoeiro no estado de Minas Gerais, Brasil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ANGULAR LEAF SPOT OF COMMON BEANS, 1., 1995, Cali, Colômbia. **Abstracts...** Cali, Colômbia: CIAT, 1995. p.6.

_____; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.375-433.

SARTORATO, A. Variabilidade de *Phaeoisariopsis griseola* em dois municípios do Estado de Goiás. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.120-124.

VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa, MG: UFV, 1983. 231p.

VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J. Semente: veículo de disseminação de patógenos. In: _____. _____. BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.451-505.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R.T.; REIS, E.M. Manejo integrado de doenças em plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.73-83, jan./fev. 2001.

Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro

Eliane D. Quintela¹

Resumo - Para o estabelecimento de um manejo eficiente das espécies-pragas que podem ocorrer na cultura do feijoeiro, é imprescindível ter um conhecimento detalhado do desenvolvimento biológico, comportamental e dos danos causados por essas pragas, da capacidade de recuperação das plantas, do número máximo de pragas que pode ser tolerado antes que ocorra dano econômico (nível de controle) e do uso de inseticidas seletivos de forma criteriosa. Informações sobre aspectos bioecológicos das principais pragas, metodologia de monitoramento delas e seus inimigos naturais na lavoura, bem como níveis de controle para cada uma são apresentadas para facilitar a utilização da tecnologia de manejo de pragas no campo.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Controle integrado. Cigarrinha-verde. Lagarta-rosca. Mosca-branca. Tripes.

INTRODUÇÃO

Na cultura do feijoeiro podem ocorrer várias espécies de artrópodes e de moluscos. Elas são agrupadas em cinco categorias:

pragas das sementes, plântulas e raízes; das folhas; das hastes e axilas; das vagens e de grãos armazenados (Quadro 1). Os artrópodes e moluscos podem causar reduções

significativas no rendimento do feijoeiro, as quais variam de 11% a 100%, dependendo da espécie-praga, da cultivar plantada e da época de plantio do feijoeiro.

QUADRO 1 - Principais invertebrados encontrados na cultura do feijoeiro no Brasil

Nome comum	Nome científico	Nome comum	Nome científico
Pragas das sementes, plântulas e raízes		Pragas das folhas	
Larvas-das-sementes	<i>Delia pratura</i>	Ácaro-rajado	<i>Tetranychus urticae</i>
Lagarta-rosca	<i>Agrotis ipsilon</i>	Ácaro-branco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>
Lagarta-cortadeira	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Mosca-branca	<i>Bemisia tabaci</i> biótipo A e B
Lagarta-elasma	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Tripes	<i>Thrips palmi</i>
Gorgulho-do-solo	<i>Teratopactus nodicollis</i>		<i>Caliothrips brasiliensis</i>
Larvas-de-vaquinhas	<i>Diabrotica speciosa</i>		<i>Thrips tabaci</i>
	<i>Cerotoma arcuata</i>	Pragas das hastes e axilas	
Lesmas	<i>Sarasinula linguaeformis</i>	Broca-das-axilas	<i>Epinotia aporema</i>
	<i>Derocerus</i> spp.	Tamanduá-da-soja	<i>Sternechus subsignatus</i>
	<i>Limax</i> spp.	Pragas das vagens	
	<i>Phyllocaulis</i> spp.	Percevejos-dos-grãos	<i>Neomegalotomus parvus</i>
Pragas das folhas			<i>Nezara viridula</i>
Vaquinhas	<i>Diabrotica speciosa</i>		<i>Piezodorus guildini</i>
	<i>Cerotoma arcuata</i>		<i>Euschistus heros</i>
	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	Lagarta-das-vagens	<i>Thecla jebus</i>
Minadora	<i>Liriomyza huidobrensis</i>		<i>Maruca vitrata</i>
Lagarta-das-folhas	<i>Omiodes indicata</i>		<i>Etiella zinckenella</i>
Lagarta-cabeça-de-fósforo	<i>Urbanus proteus</i>		<i>Heliothis</i> spp.
Cigarrinha-verde	<i>Empoasca kraemeri</i>	Pragas dos grãos armazenados	
Lesmas	<i>Sarasinula linguaeformis</i>	Carunchos	<i>Zabrotes subfasciatus</i>
	<i>Derocerus</i> spp.		<i>Acanthoscelides obtectus</i>
	<i>Limax</i> spp.		

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

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DAS PRINCIPAIS PRAGAS

Pragas das plântulas e raízes

Lagarta-rosca

Agrotis ipsilon (Lepidoptera: Noctuidae)

Os adultos são mariposas de cor pardo-escuro a marrom, com algumas manchas escuras nas asas anteriores e as posteriores são semi-transparentes (Fig. 1A). As mariposas medem em torno de 50 mm de envergadura. A fêmea, durante à noite, efetua a postura de 600 a 1.000 ovos em rachaduras no solo, sobre as plântulas ou em matéria orgânica no solo próximo à planta hospedeira. O período de incubação dos ovos é, em média, de cinco dias. As lagartas são de cor variável, cinza-escuro a marrom-escuro, e podem medir 45-50 mm no seu máximo desenvolvimento (Fig. 1B). Apresentam a sutura epicranial na forma de Y invertido. As lagartas têm hábitos noturnos e, durante o dia, encontram-se na base da planta, protegidas sob torrões, ou a poucos centímetros de profundidade no solo, na posição de rosca (Fig. 1C). A fase de lagarta dura em média 28 dias. A câmara pupal

é construída pelas lagartas no solo e a fase de pupa dura, aproximadamente, 15 dias.

As lagartas consomem as sementes ou cortam as plântulas rente ao solo (Fig. 1D). O dano causado pelo inseto será maior, se houver população elevada de lagartas grandes, provenientes de plantas hospedeiras, na fase de germinação. As plantas mais desenvolvidas podem tolerar o dano por mais tempo, porém murcham e podem sofrer tombamento pelo vento.

Lagarta-elasma

Elasmopalpus lignosellus
(Lepidoptera: Pyralidae)

A mariposa fêmea apresenta coloração cinza-escuro. O macho, de cor pardo-amarelado, mede cerca de 20 mm de envergadura (Fig. 2A). Deslocam-se com vôos rápidos e curtos e, quando pousadas no solo, as mariposas confundem-se com os restos culturais (Fig. 2B). A postura aproximada de 130 ovos é realizada individualmente nas folhas, talos ou no solo. Os ovos são de cor verde-pálido.

O estágio larval dura de 13 a 26 dias, e existem seis instares. As lagartas são de

cor verde-azulado com cabeça marrom e medem 15 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas (Fig. 2C). Elas movimentam-se com muita agilidade, constroem casulos revestidos de solo e de restos culturais, que ficam na entrada dos orifícios que fazem na planta e servem de refúgio (Fig. 2D). A lagarta forma uma câmara pupal no solo ligada ao talo (Fig. 2E).

O dano é causado pela lagarta que perfura o caule próximo à superfície do solo (colo) ou logo abaixo dele e faz galerias ascendentes no xilema, que provocam amarelimento, murcha e morte das plantas (Fig. 2F e 2G). Dano maior ocorre quando as plantas são atacadas na fase inicial de desenvolvimento. Plantas com mais de 20 dias raramente são atacadas. Larvas do 1^o e 2^o instares têm pouca capacidade de perfurar o caule. Também consomem sementes e raízes e, na ausência de plantas, podem completar a fase consumindo vegetais mortos. O ataque normalmente ocorre em padrões irregulares, quando as plantas estão com 10 a 12 cm de altura e com duas folhas.

Lesmas

Sarasinula linguaeformis, *Derocerus* spp.,
Limax spp. e *Phyllocaulis* spp.
(Stylomenatophora: Veronicellidae)

A lesma é um molusco de corpo achatado de coloração marrom, parda ou cinza, que, quando adulta, mede de 5 a 7 cm de comprimento (Fig. 3A, 3B e 3C). Durante a locomoção, deixa atrás de si um rastro brilhante, resultado do secamento da secreção (muco), que expele, para facilitar a locomoção e manter o corpo úmido (Fig. 3D). As lesmas são hermafroditas e colocam em média 80 ovos em massas, em resíduos de plantas, ou em rachaduras no solo (Fig. 3E). Os ovos são ovais, translúcidos e eclodem entre 20 e 24 dias, a 27°C. Em temperaturas mais elevadas, eles desenvolvem-se mais rapidamente. Em períodos de seca, os ovos podem demorar 6 meses para eclodir. As lesmas jovens são parecidas com os adultos e ficam adultas em dois a cinco meses. As lesmas vivem por 12 a 18 meses. Uma geração desenvolve-se em oito semanas,

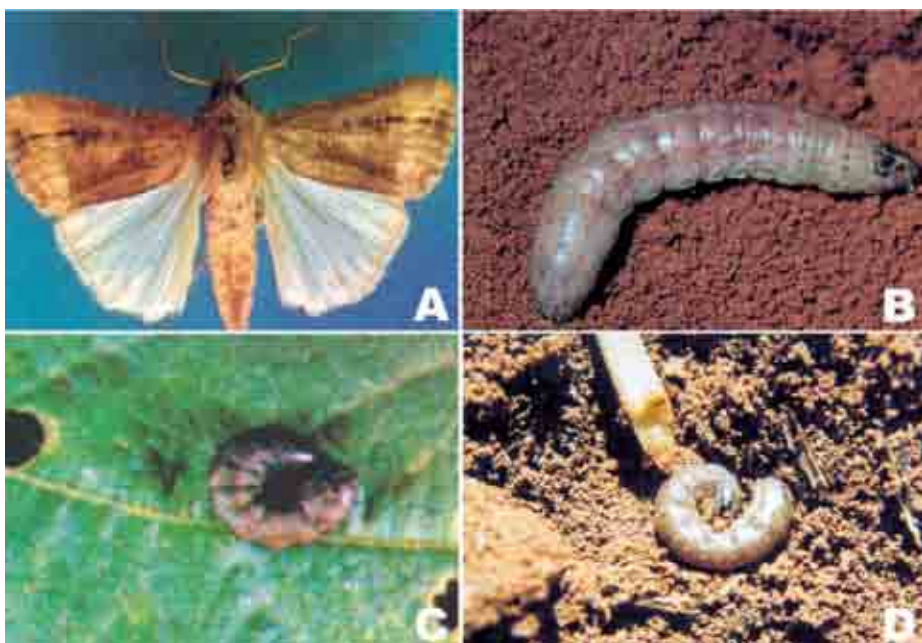


Figura 1 - Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*)

NOTA: Figura 1A - Adulto. Figura 1B - Lagarta no último instar. Figura 1C - Lagarta na posição de rosca. Figura 1D - Corte da planta pela lagarta-rosca.

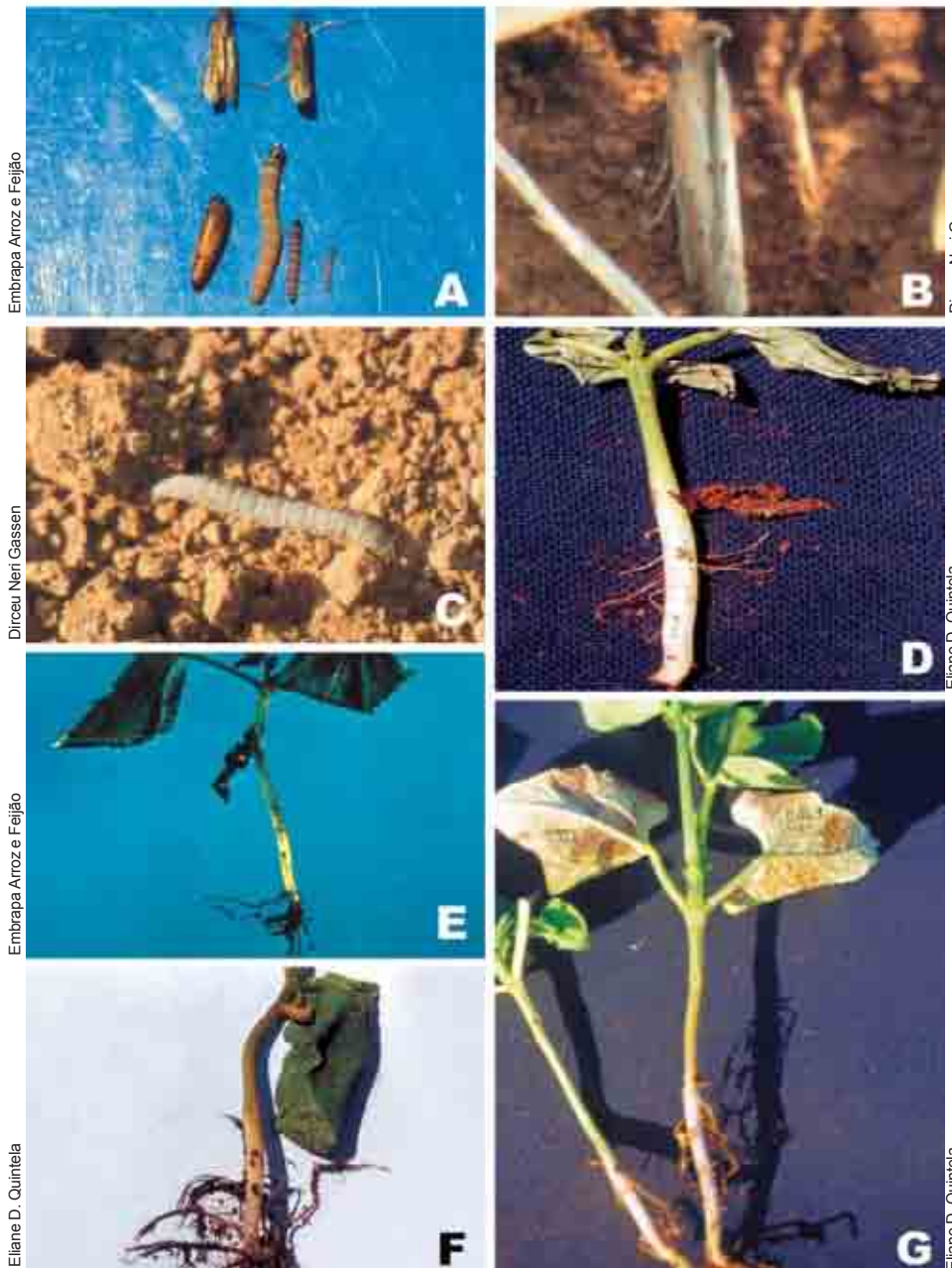


Figura 2 - Lagarta-elasma ou broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus*)

NOTA: Figura 2A - Adultos, larvas e pupas. Figura 2B - Mariposa de elasma pousada no solo.

Figura 2C - Larva. Figura 2D - Casulo da larva. Figura 2E - Câmara pupal. Figura 2F - Caulo (colo) perfurado pela lagarta. Figura 2G - Sintoma de plantas murchas.

podendo haver duas gerações por ano. As lesmas têm hábitos noturnos e, durante o dia, escondem-se debaixo de pedras, restos culturais (sob ou dentro da palhada) e no solo. Elas são inativas durante os períodos de seca (enterram-se no solo) e as condições de alta umidade são ideais para o seu desenvolvimento. Populações mais altas ocorrem perto de rios, córregos ou canais de irrigação, em solos argilosos,

em campos com alta concentração de plantas daninhas e em áreas com cobertura morta em sistemas de plantio direto. Em hortaliças, o rejeito vegetal, originário do desbaste e do raleamento nos canteiros, favorece a concentração de alta população desse molusco.

A maioria do dano ocorre nas bordas da cultura, perto das áreas mais úmidas, e avança para o interior, especialmente se a

vegetação e os restos de cultura oferecere proteção para as lesmas durante o dia (Fig. 3F). Com a chegada do período seco e com a colheita do milho e da soja, as lesmas migram para áreas de cultivo de feijoeiro sob pivô-central. Os danos ocasionados por lesmas jovens é aparente, quando a folha inteira é consumida, restando somente o talo. Lesmas mais desenvolvidas consomem toda a folha e podem cortar as plantas rente ao solo, semelhantemente à lagarta-roscas. Plântulas inteiras podem ser consumidas e dano nas vagens pode ser observado.

Além disso, as lesmas, em altos níveis populacionais, podem transmitir doenças. O nematóide *Angiostrongylus costaricensis* pode ser transmitido ao ser humano, principalmente a crianças, através do muco produzido pela lesma (Fig. 3D), doença denominada angiostrongilose abdominal. Muitos casos desta doença têm sido diagnosticados no Sul do Brasil, tornando-se um problema de saúde pública. Para evitar a transmissão do verme, não se deve tocar nas lesmas ou entrar em contato com a secreção do muco. As lesmas podem também ser vetores de patógenos de plantas, por exemplo, *Phytophthora infestans*, em batatinha; *Mycosphaella brassicola*, em repolho, e *Peronospora* sp., em feijão-de-lima.

Pragas das folhas

Vaquinhas

Diabrotica speciosa, *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae)

O adulto de *Cerotoma arcuata* é um besouro de coloração castanha, com manchas escuras no dorso e mede de 5 a 6 mm de comprimento (Fig. 4A). A fêmea põe, em média, 1.200 ovos no solo, e as larvas branco-leitosas, com a cabeça e o último segmento abdominal escuros, passam por três instares no solo em, aproximadamente, nove dias (Fig. 4B).

O adulto de *Diabrotica speciosa* vive, em média, de 50 a 60 dias, apresenta coloração verde com três manchas amarelas no dorso e mede cerca de 6 mm de compri-

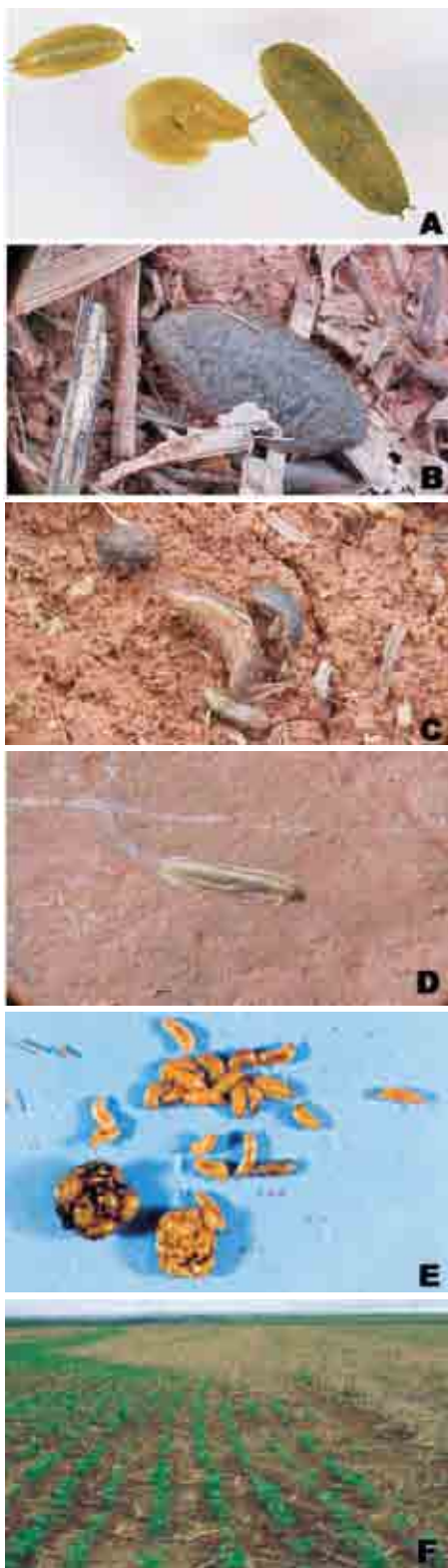


Figura 3 - Lesmas

NOTA: Figura 3A, 3B e 3C - Diferentes espécies de lesmas. Figura 3D - Secreção produzida pela lesma para auxiliar na locomoção e manter o corpo úmido. Figura 3E - Ovos e formas jovens das lesmas. Figura 3F - Danos das lesmas em plantas de feijoeiro em reboleiras.

mento (Fig. 4C). A fêmea põe cerca de 420 ovos, que eclodem após seis a oito dias, e as larvas, semelhantes às de *C. arcuata*, também apresentam três instares após 9 a 14 dias. A pupa de coloração branco-leitoso desenvolve-se no solo após 6 a 8 dias.

Os adultos das vaquinhas causam desfolha durante todo o ciclo da cultura, o que reduz a área fotossintética (Fig. 4D e 4E). Os danos mais significativos ocorrem no

estádio de plântula, pois podem consumir o broto apical, se ocorrerem altas populações de insetos e não houver área foliar disponível, o que causa a morte da planta. Em outros estádios, o dano é menor, pois o feijoeiro pode tolerar níveis consideráveis de desfolha (20%-66%), sem que ocorra perda na produção. Os adultos podem-se alimentar de flores e vagens, quando a incidência deles for alta na fase reprodutiva

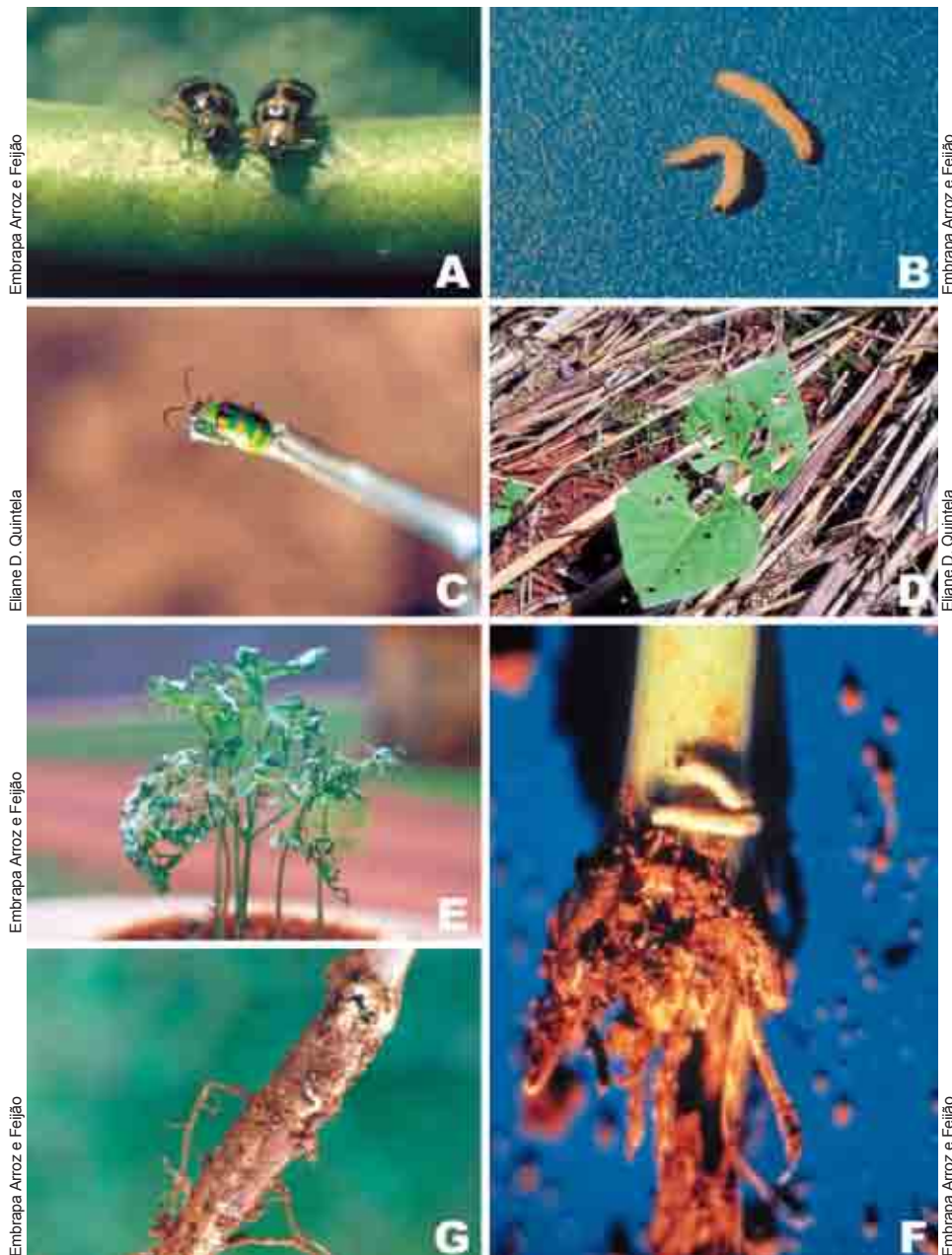


Figura 4 - Vaquinhas, *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*

NOTA: Figura 4A - Adulto de *C. arcuata*. Figura 4B - Larvas de vaquinha. Figura 4C - Adulto de *D. speciosa*. Figura 4D e 4E - Desfolha em folhas do feijoeiro causada por vaquinhas. Figura 4F e 4G - Dano em raízes por vaquinhas.

da planta. As larvas alimentam-se das raízes, nódulos e sementes em germinação, fazendo perfurações no local de alimentação (Fig. 4F e 4G). Quando as larvas alimentam-se das sementes, as folhas cotiledonares podem apresentar perfurações semelhantes às causadas pelos adultos. Se o dano à raiz for severo, as plantas atrofiam e ocorre amarelecimento das folhas basais.

Minadora

Liriomyza huidobrensis
(Diptera: Agromyzidae)

Os adultos medem de 1-1,5 mm, sendo o macho menor, e vivem por, aproximadamente, seis dias (Fig. 5A). A fêmea pode ovipositar isoladamente, dentro do tecido foliar, entre 500 e 700 ovos, de preferên-

cia no período da manhã e nos primeiros dias de vida (Fig. 5B). Cada fêmea coloca, em média, 35 ovos diariamente. Após dois ou três dias nascem as larvas de coloração hialina e, após a primeira troca de pele, tornam-se amareladas. O estágio larval dura de quatro a sete dias, passando por três instares (Fig. 5C e 5D). A pupa, de cor marrom-claro a escuro, desenvolve-se após cinco a sete dias (Fig. 5E). A maioria das larvas transforma-se em pupas no solo e aproximadamente 30% delas empupam nas folhas.

Os adultos alimentam-se do exsudado das folhas, através da punctura realizada pelo ovipositor das fêmeas. As larvas abrem galerias serpenteadas entre a epiderme superior e a inferior das folhas, formando lesões esbranquiçadas, e podem penetrar

nas nervuras (Fig. 5F). Quando a população de larvas na folha é alta, ocorre redução significativa da área fotossintética, podendo causar murcha e queda prematura das folhas.

Cigarrinha-verde

Empoasca kraemeri
(Homoptera: Cicadellidae)

Os adultos, de coloração verde, medem cerca de 3 mm e vivem, em média, 60 dias (Fig. 6A). As fêmeas ovipositam de 30 a 168 ovos, média de 107 ovos por fêmea. Os ovos são inseridos isoladamente nas folhas, pecíolos ou caule, com 50%-82% dos ovos localizados nos pecíolos. Nas folhas, mais da metade dos ovos são encontrados nas folhas cotiledonares. Os ovos eclodem em oito a nove dias, e os cinco estádios ninfais são completados em 8 a 11 dias. As ninfas são de coloração esverdeada semelhante à dos adultos, não possuem asas e locomovem-se lateralmente (Fig. 6B). Os adultos e ninfas localizam-se normalmente na face inferior das folhas.

O dano é causado pelas ninfas e adultos que se alimentam da seiva da planta, provocando amarelecimento seguido de secamento nas margens das folhas, o que reduz severamente o rendimento. Uma toxina parece estar envolvida no dano à planta, mas isso ainda não foi demonstrado experimentalmente. Os sintomas causados pela cigarrinha caracterizam-se pelo amarelecimento das bordas foliares e pela curvatura destas para baixo (Fig. 6C e 6D). O dano é mais severo quando altas populações da cigarrinha-verde ocorrem no início do crescimento do feijão ou durante o florescimento. Nestes casos, o inseto pode acarretar perdas acima de 60%.

Mosca-branca

Bemisia tabaci biótipo A e B
(Homoptera: Aleyrodidae)

Os adultos (Fig. 7A) possuem dois pares de asas brancas e membranosas recobertas por uma substância cerosa. A fêmea e o macho medem, em média, 0,9 e 0,8 mm,

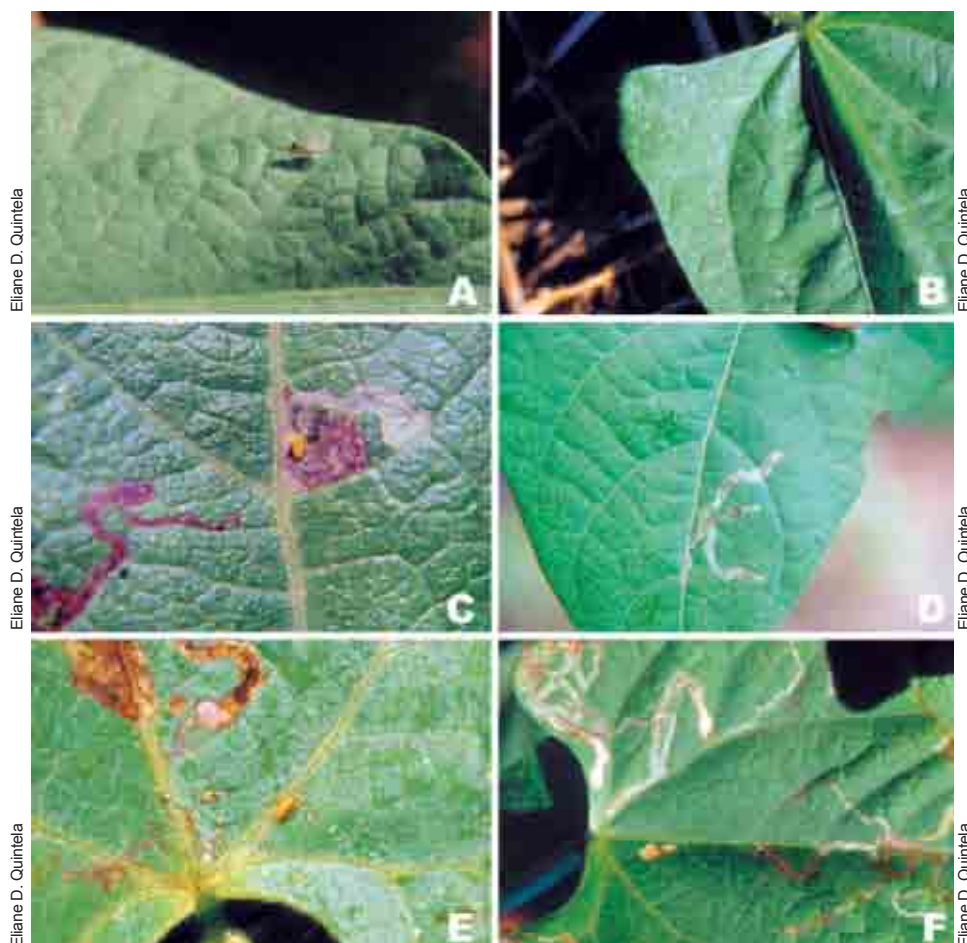


Figura 5 - Larva minadora, *Liriomyza huidobrensis* spp.

NOTA: Figura 5A - Adulto. Figura 5B - Pontos brancos em folha do feijoeiro, devido à oviposição.

Figura 5C e 5D - Larvas de minadora em folhas. Figura 5E - Pupa da larva minadora.

Figura 5F - Dano nas folhas causado pela larva minadora.

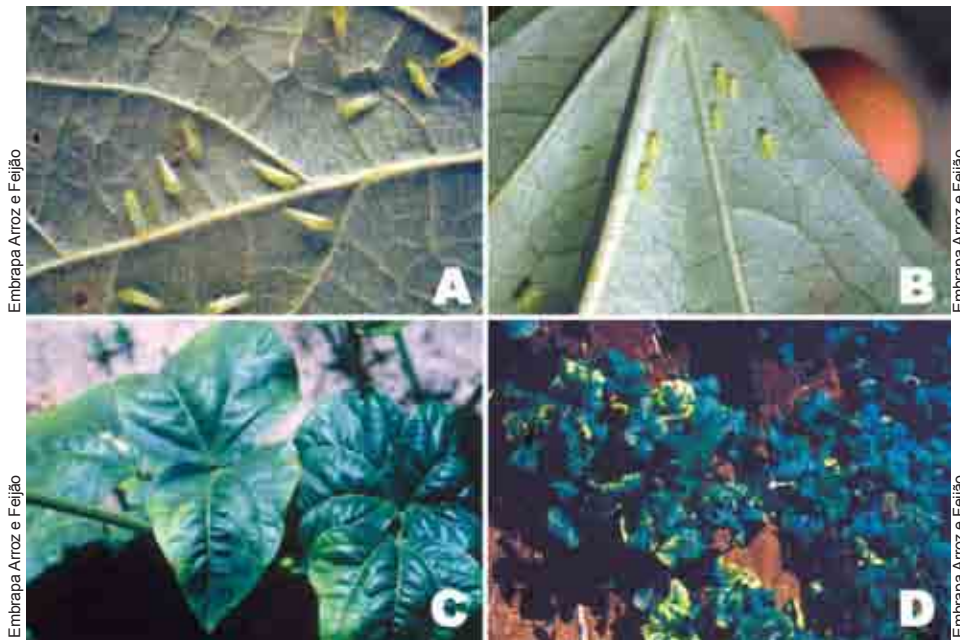


Figura 6 - Cigarrinha-verde, *Empoasca kraemeri*

NOTA: Figura 6A - Adultos. Figura 6B - Ninfas. Figura 6C e 6D - Amarelecimento e curvatura das bordas dos folíolos, devido à alimentação da cigarrinha-verde.

respectivamente. A fêmea põe de 20 a 350 ovos (Fig. 7B) durante seu tempo de vida. No feijoeiro, a maioria dos ovos eclode após oito dias. A ninfa de primeiro instar é transparente (Fig. 7C) e locomove-se por algumas horas ou dias até fixar-se na planta. Após estabelecida, ela se mantém sésil em todos os outros estádios, até a emergência do adulto. A ninfa de segundo instar é maior e um pouco mais arredondada que a da fase anterior, embora menos avolumada que na fase seguinte. No terceiro estágio, apresenta-se mais translúcida, deixando à mostra o estilete. No quarto e último instar, as ninfas possuem três formas distintas. A duração média da fase de ovo à de adulto é de, aproximadamente, 33 dias, o que indica que a mosca-branca pode ter de 10 a 11 gerações por ano na cultura do feijoeiro.

O dano direto, pela sucção da seiva da planta, não causa prejuízo às plantas do feijoeiro, e o inseto torna-se importante em épocas e regiões onde ocorre a transmissão do vírus. Os danos indiretos são causados pela transmissão do vírus do mosaico-dourado e são proporcionais à cultivar plantada, à porcentagem de infecção pelo

vírus e ao estágio de desenvolvimento da planta na época da incidência da doença. Os danos indiretos podem atingir 100%, quando ocorrem altas populações da mosca-branca no início do desenvolvimento da planta do feijão.

Os sintomas do mosaico-dourado podem variar, dependendo da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas na ocasião da infecção. Em campo, os primeiros sintomas nas folhas aparecem do 14^o ao 17^o dia do plantio. Contudo, os sintomas nítidos da doença são observados, quando as plantas têm três a quatro folhas trifolioladas (25-30 dias) (Fig. 7D). As folhas do feijoeiro ficam com uma aparência amarelo-intensa. Os sintomas iniciam-se nas folhas mais novas com um salpicamento amarelo-vivo, atingindo, posteriormente, toda a planta. As folhas jovens podem-se enrolar ligeiramente ou apresentar rugosidade bem definida e, em geral, há pouca redução no tamanho das folhas. As plantas infectadas precocemente (até os 20 dias de idade) apresentam redução no porte, vagens deformadas, sementes descoloridas, deformadas e de peso reduzido (Fig. 7E e 7F).



Figura 7 - Mosca-branca, *Bemisia tabaci*

NOTA: Figura 7A - Adultos. Figura 7B - Ovos. Figura 7C - Ninfas do 1^o ao 4^o instares. Figura 7D - Sintomas do mosaico-dourado do feijoeiro (MDF) transmitido pela mosca-branca. Figura 7E - Vagens sadias do feijoeiro. Figura 7F - Vagens deformadas, devido ao MDF.

Tripes

Thrips palmi

(Thysanoptera: Thripidae)

Várias espécies de tripes ocorrem na cultura do feijoeiro, havendo, atualmente, uma predominância do *Thrips palmi*. As condições favoráveis ao desenvolvimento do tripes são temperaturas elevadas e baixa umidade.

Os adultos de *T. palmi*, com 1-1,2 mm de comprimento, são de cor amarelo-claro e dourado, sendo a fêmea maior que o macho (Fig. 8A). Os ovos branco-amarelados são colocados separadamente nas folhas e flores, através de uma incisão feita pelo ovipositor da fêmea. Os dois estádios ninfaís (1ª e 2ª instares) são amarelo-claros e alimentam-se das flores e folhas do feijoeiro. Quando maduras, as ninfas do 2º instar, jogam-se ao solo, onde se transformam em pré-pupas e, em seguida, em pupas. A maioria das ninfas tende a cair no solo próximo à haste da planta. Os dois estádios pupais (pré-pupa e pupa) também apresentam coloração amarelada, sendo a pupa imóvel e a pré-pupa com pouca mobilidade. Os estádios de ovo, ninfa e pupa duram, em média, 6,3; 4,8 e 14 dias, respectivamente.

Os danos causados pelo tripes são decorrentes da alimentação das folhas e flores pelas ninfas e adultos. As folhas, inicialmente, apresentam pontos brancos na face superior (Fig. 8B). Surgem pontos prateados na superfície inferior das folhas (Fig. 8C), resultantes da entrada de ar nos tecidos que servem de alimentos ao tripes. Com o tempo, os tecidos mortos necrosam, ficam bronzeados ou ressecam e tornam-se quebradiços. Brotos foliares e botões florais, quando atacados, tendem-se a atrofiar (Fig. 8D). Pode ocorrer queda prematura dos botões florais e vagens, se a população de tripes for alta.

Ácaro-branco

Polyphagotarsonemus latus

(Acarina: Tarsonemidae)

A ocorrência do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, tem aumentado muito no feijoeiro, em especial nos plantios de verão-outono e de outono-inverno. O ácaro-branco fica na página inferior das folhas e é praticamente invisível a olho nu. Sua coloração varia de branco, âmbar a verde-claro, com o tegumento brilhante. Seu ciclo de vida é curto, po-

endo passar pelo estágio de ovo, larva, pseudopupa e adulto em seis ou sete dias (Fig. 9A). As fêmeas são maiores que os machos e vivem por, aproximadamente, 15 dias. A fêmea coloca, em média, 48 ovos na face inferior das folhas do feijoeiro. Inicialmente, o ataque ocorre em reboladeiras e é visível nas folhas do ponteiro que ficam com as bordas dos folíolos, enroladas para cima, de cor verde-escuro brilhante (Fig. 9B). Posteriormente, a face inferior do folíolo torna-se bronzeada devido à morte dos tecidos, e as folhas ficam ressecadas e quebradiças (Fig. 9C). Em altas infestações, o ácaro-branco ataca as vagens, que ficam prateadas e, posteriormente, bronzeadas e retorcidas (Fig. 9D).

Pragas das vagens

Percevejo-dos-grãos

Neomegalotomus parvus

(Hemiptera: Alydidae)

A espécie *Neomegalotomus parvus* tem aumentado significativamente em lavouras de feijão, com ocorrência em São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Infestações de percevejos comuns à lavoura de soja, como o *Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euschistus heros*, vêm aumentando de intensidade a cada ano na cultura do feijão.

O adulto de *N. parvus* é de cor marrom-claro e mede de 10 a 11 mm (Fig. 10A e 10B). As fêmeas ovipositam, equidistantemente, nas folhas e vagens do feijoeiro (Fig. 10C). As ninfas são semelhantes a formigas e causam maiores danos aos grãos a partir do 4º instar (Fig. 10D).

Os percevejos possuem alta capacidade de causar danos e, mesmo em baixas populações, provocam perdas significativas já que se alimentam diretamente dos grãos, desde o início da formação de vagens. Os grãos atacados ficam pequenos, enrugados, chochos e mais escuros. Além dos danos diretos causados ao produto final, os percevejos prejudicam também a qualidade das sementes, reduzindo-lhes o poder germinativo e transmitindo-lhes a

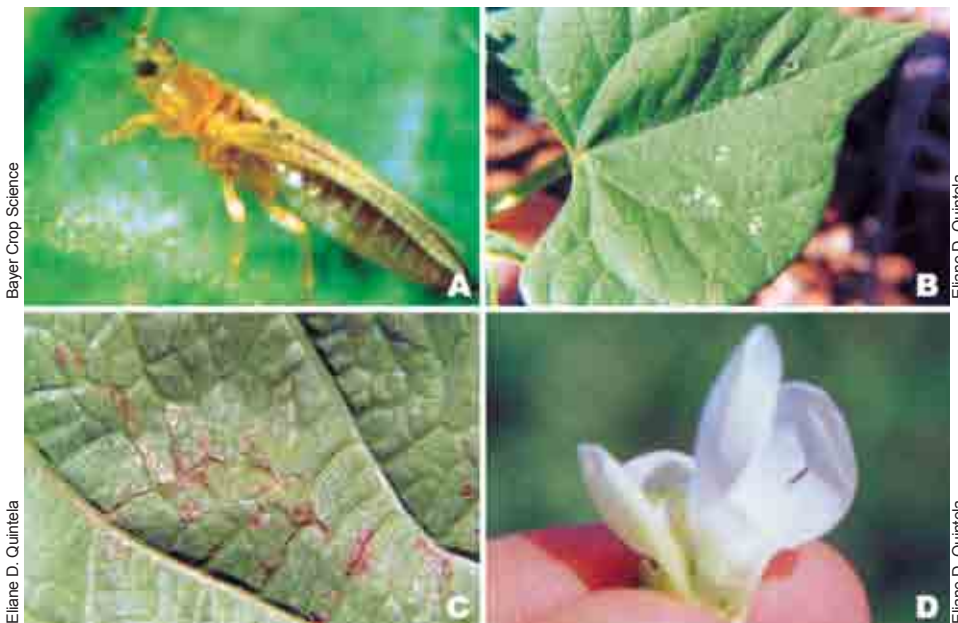


Figura 8 - Tripes

NOTA: Figura 8A - Adulto de *Thrips palmi*. Figura 8B - Pontos brancos na face superior das folhas causados pelo tripes. Figura 8C - Pontos prateados e áreas necrosadas, devido à alimentação do tripes na face inferior das folhas. Figura 8D - Tripes em flor do feijoeiro.

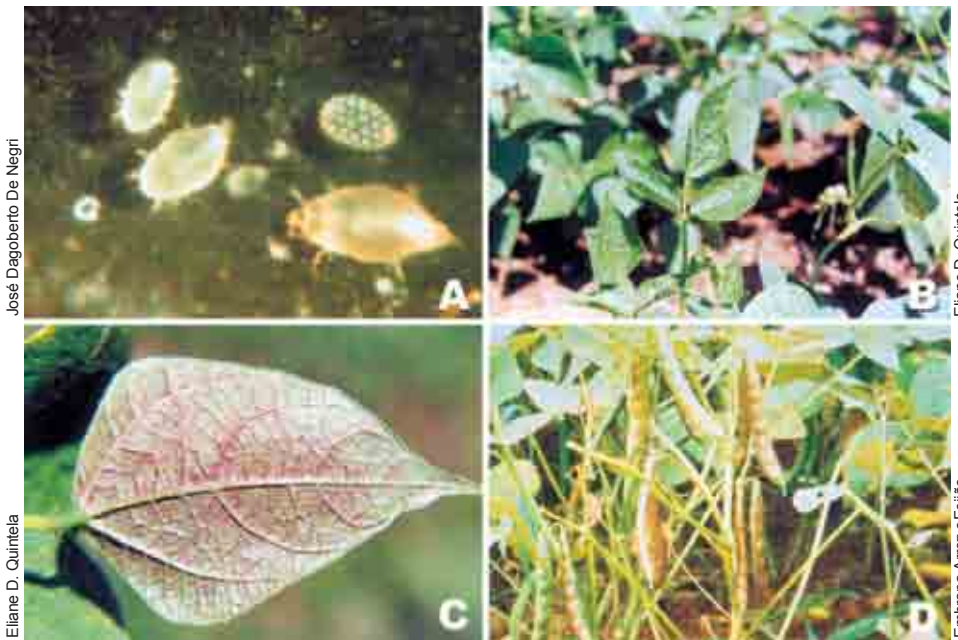


Figura 9 - Ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*

NOTA: Figura 9A - Ovos, formas jovens e adultos do ácaro-branco. Figura 9B - Bordas do folíolo enroladas para cima devido ao ataque do ácaro-branco. Figura 9C - Face inferior do folíolo bronzeada devido à alimentação do ácaro-branco. Figura 9D - Vagens bronzeadas devido à alimentação do ácaro-branco.

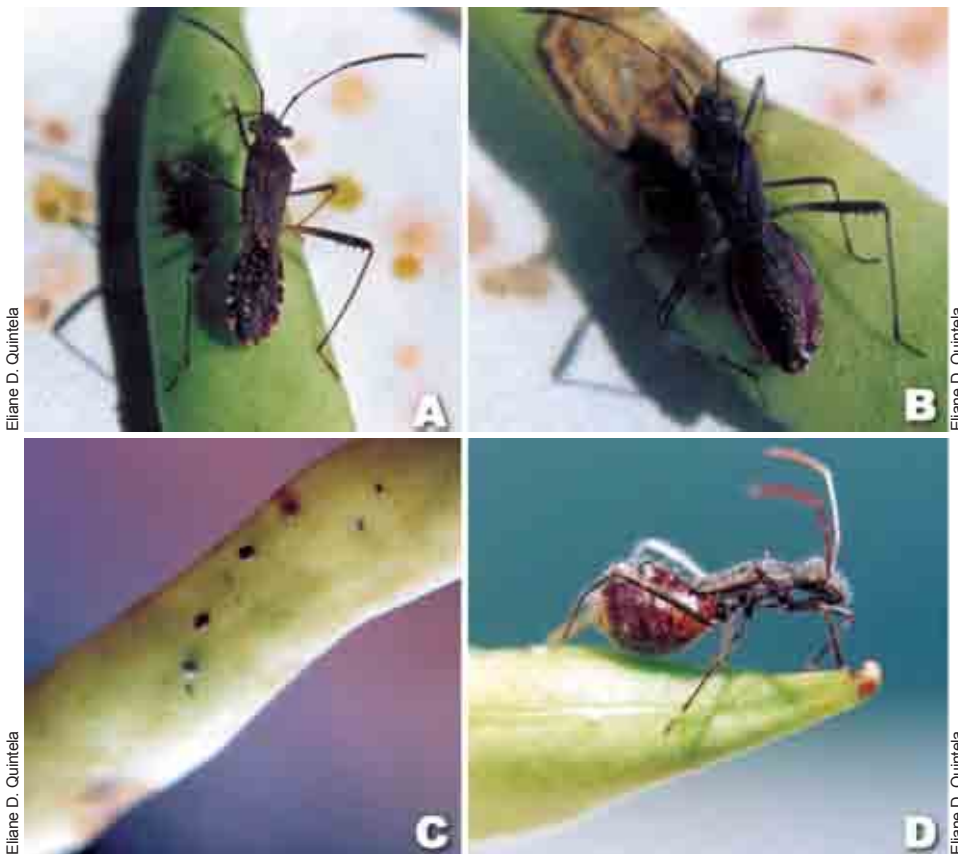


Figura 10 - Percevejo do grão, *Neomegalotomus parvus*

NOTA: Figura 10A - Macho de *N. parvus*. Figura 10B - Fêmea de *N. parvus*. Figura 10C - Ovos de *N. parvus*. Figura 10D - Ninfa de *N. parvus*.

mancha-de-levedura, causada pelo fungo *Nematospora corylli*, o que deprecia acentuadamente a classificação comercial do produto.

Lagarta-das-vagens

Maruca vitrata
(Lepidoptera: Pyraustidae)

As lagartas-das-vagens eram consideradas pragas secundárias do feijoeiro, por não apresentarem ataques frequentes. Entretanto, a ocorrência delas tem aumentado nas lavouras de feijão nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil.

O adulto da *Maruca vitrata* é uma mariposa, com, aproximadamente, 2 cm de envergadura e de cor marrom-claro. Apresenta nas asas áreas transparentes por falta de escamas (Fig. 11A). Vive cerca de uma semana, e a fêmea oviposita cerca de 150 ovos nas gemas de folhas e flores. O período de incubação dos ovos é de cinco dias, e as lagartas com cinco instares alimentam-se de pedúnculos, flores e vagens (Fig. 11B). A penetração das lagartas na vagem ocorre, principalmente, nos locais de contato das vagens com as folhas, ramos ou outras vagens. O aparecimento de excrementos (Fig. 11C) e orifícios (Fig. 11D) caracteriza a ocorrência da praga. Normalmente, empupam no solo e, algumas vezes, nas vagens.

PASSOS PARA A REALIZAÇÃO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DO FEIJOEIRO

Identificar os danos, as pragas e seus inimigos naturais

Para que o manejo integrado das pragas possa ser efetuado com eficiência, é imprescindível o conhecimento das pragas do feijoeiro, seus danos e seus inimigos naturais, que podem ocorrer na lavoura. A amostragem dos inimigos naturais auxiliará o produtor na tomada de decisão para o controle das pragas. Os materiais necessários para amostragem de pragas do feijoeiro e os inimigos naturais são apresentados na Figura 12.

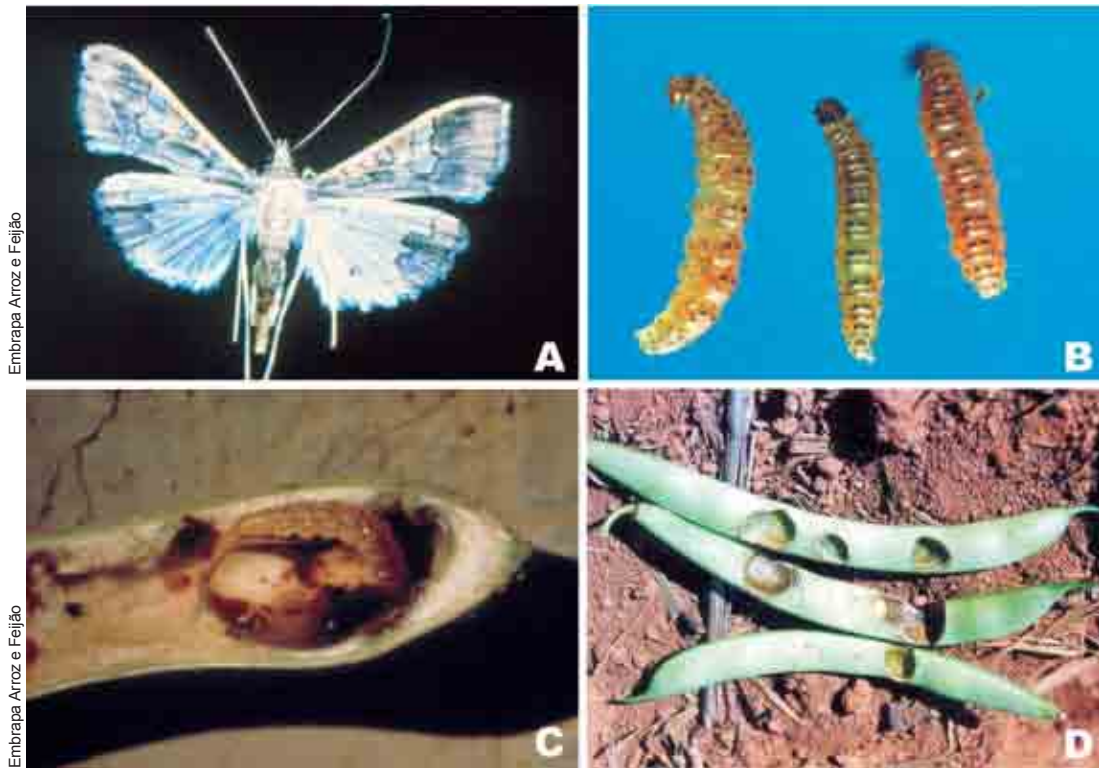


Figura 11 - Lagarta-das-vagens, *Maruca vitrata*

NOTA: Figura 11A - Adulto de *M. testulalis*. Figura 11B - Larvas de *M. vitrata*. Figura 11C - Dano de *M. testulalis*. Figura 11D - Dano de lagarta-das-vagens.

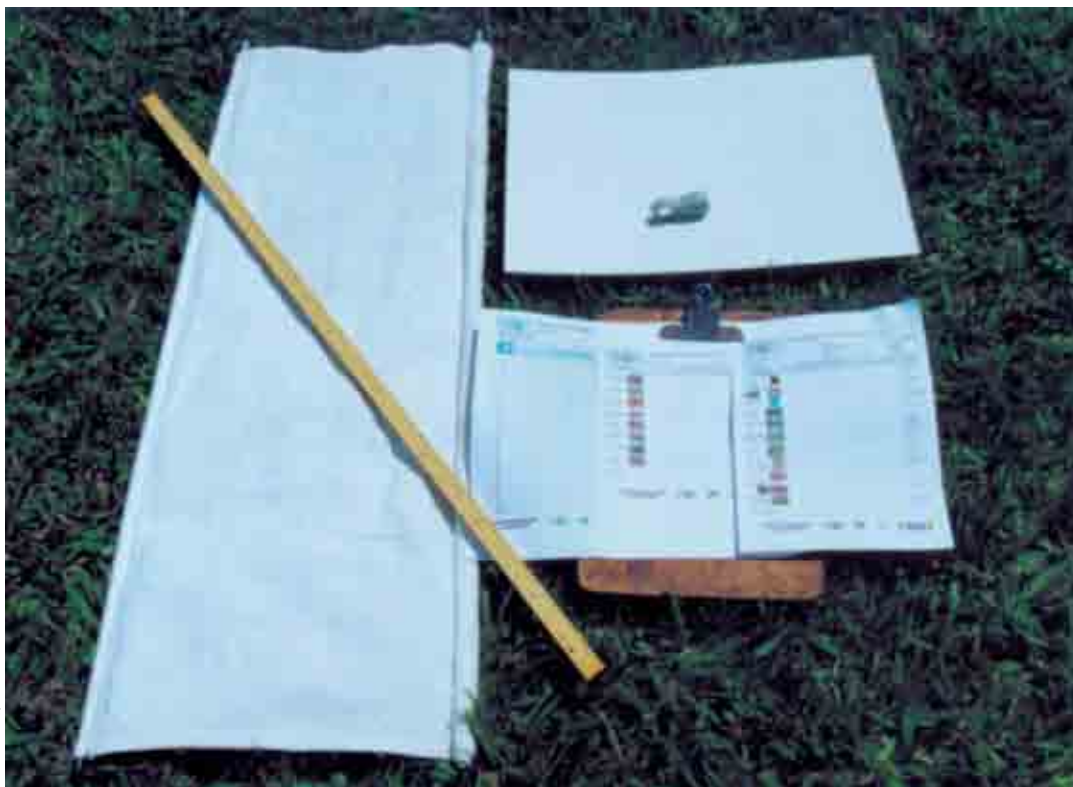


Figura 12 - Kit para amostragem de pragas do feijoeiro

NOTA: Pano de batida, metro, placa branca para amostragem de tripses, lupa de bolso de 20 X, prancheta, ficha de amostragem para pragas, inimigos naturais e tripses nas flores.

Amostrar as pragas e os inimigos naturais

As amostragens das pragas do feijoeiro e seus inimigos naturais devem ser realizadas semanalmente em diversos pontos da lavoura. Em lavouras de até 5 ha devem ser realizadas quatro amostragens; em lavouras de até 10 ha, cinco amostragens. Em lavouras de até 30 ha, devem-se amostrar seis pontos. Em lavouras de até 50 ha são amostrados oito pontos e, nas de até 100 ha, dez pontos. O caminhamento na lavoura para amostragem das pragas deve ser feito de forma que represente o melhor possível a área total, normalmente em ziguezague. Em áreas maiores que 100 ha, recomendam-se dividi-las em talhões menores. Se a diversidade e a população de inimigos naturais forem elevadas, e a população da praga estiver próxima ao nível de controle, é aconselhável aguardar de 3 a 4 dias e amostrar novamente o campo. Nesse caso, é possível que os inimigos naturais, sozinhos, mantenham a população da praga abaixo do nível de controle.

Forma de amostragem da emergência até o estágio de 3 a 4 folhas trifolioladas

Devem-se amostrar as plantas em 2 m de linha até o estágio de 3 a 4 folhas trifolioladas (Fig. 13). Para isso, marcam-se 2 m na linha de plantio, amostrando da seguinte forma para cada praga ou dano:



Figura 13 - Forma de amostragem de pragas do feijoeiro em 2 m de linha até o estágio de 3 folhas trifolioladas

NOTA: Figura 13A e 13B - Marcação da área a ser amostrada em 2 m de linha. Figura 13C e 13D - Amostragem das pragas na face inferior e superior das folhas.

- a) pragas de solo: anotar o número de plantas mortas (Fig. 14);
- b) vaquinhas, mosca-branca, cigarrinha-verde e inimigos naturais: amostrar as folhas na parte superior e inferior dos feijoeiros;
- c) ácaro-branco: verificar a presença de sintomas de ataque nas folhas da parte superior da planta (Fig. 15).

Outras pragas e tecidos com danos devem-se amostrar da seguinte forma:

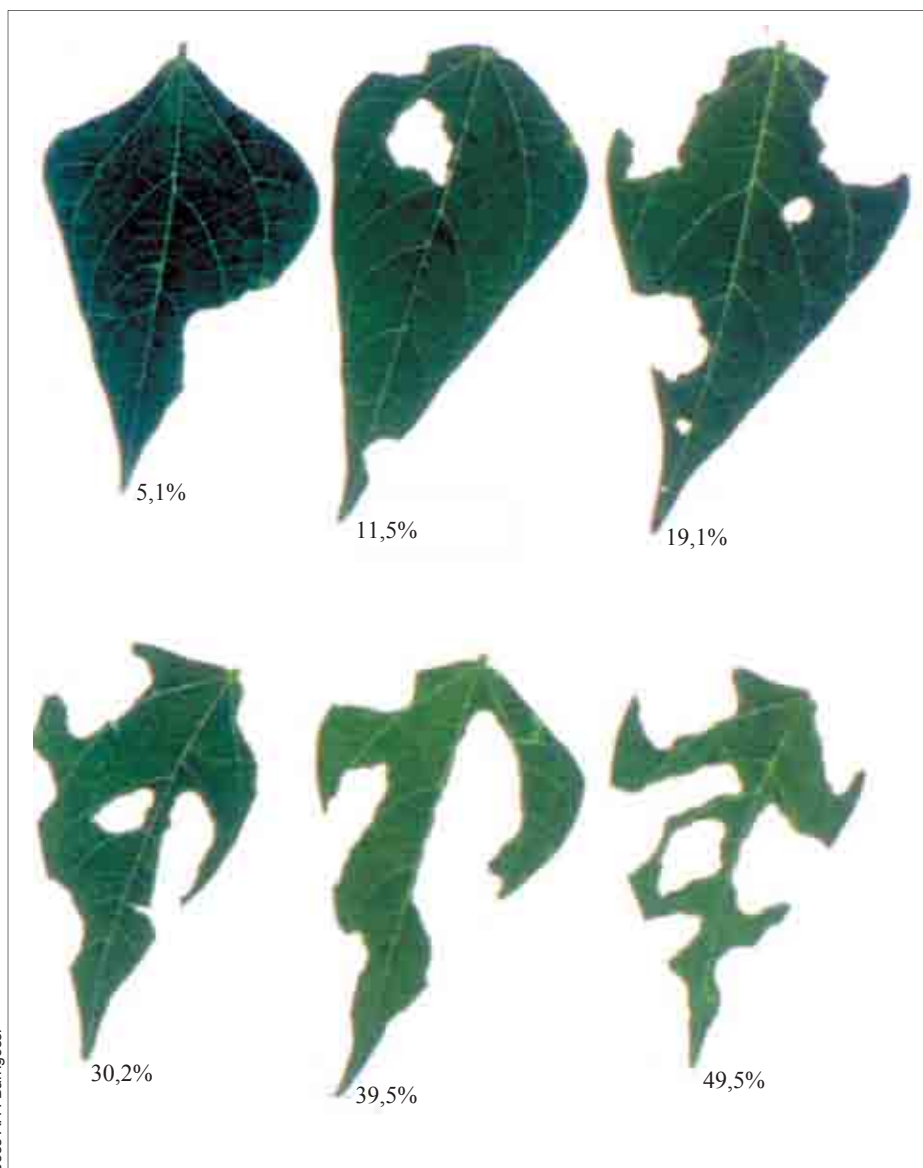
- a) desfolha: avaliação visual do nível de desfolha (Fig. 16) em área de raio igual a 5 m, centrada no ponto de amostragem;
- b) larva minadora: amostrar o número de



Figura 14 - Planta morta na linha de plantio



Figura 15 - Bordas dos folíolos superiores da planta enroladas para cima, devido ao ácaro-branco



José A. F. Barrigossi

Figura 16 - Diferentes níveis de desfolha no feijoeiro

larvas, com lupa de aumento, em dez folhas trifolioladas/ponto de amostragem, não considerando o ataque nas folhas primárias (Fig. 17);

- c) tripses: bater vigorosamente as plantas presentes em 1 m de linha em placa branca/ponto de amostragem (Fig. 18);
- d) lesmas: em locais de ataques de lesmas, contá-las em 1 m²/ponto de amostragem.

Forma de amostragem após o estágio de 3 a 4 folhas trifolioladas

Após o estágio de 3 a 4 folhas trifolioladas, as amostragens devem ser realizadas com o pano branco de batida, com 1 m de comprimento por 0,5 m de largura, com um suporte de cada lado (Fig. 19). O pano deve ser inserido cuidadosamente entre duas filas de feijão, para não perturbar os insetos e os inimigos naturais presentes nas plantas. Estas devem ser batidas vigorosamente sobre o pano para deslocar os insetos e inimigos naturais. Anotam-se na ficha de levantamento de campo os insetos caídos no pano. Nesta etapa, também devem ser anotados os níveis de desfolha, o número de tripses, de lesmas, de larvas minadoras e a presença de sintoma de ataque do ácaro-branco, como descrito anteriormente.



Eliane D. Quintela

Eliane D. Quintela

Figura 17 - Amostragem da larva minadora com lupa e larvas vivas no folíolo



Eliane D. Quintela

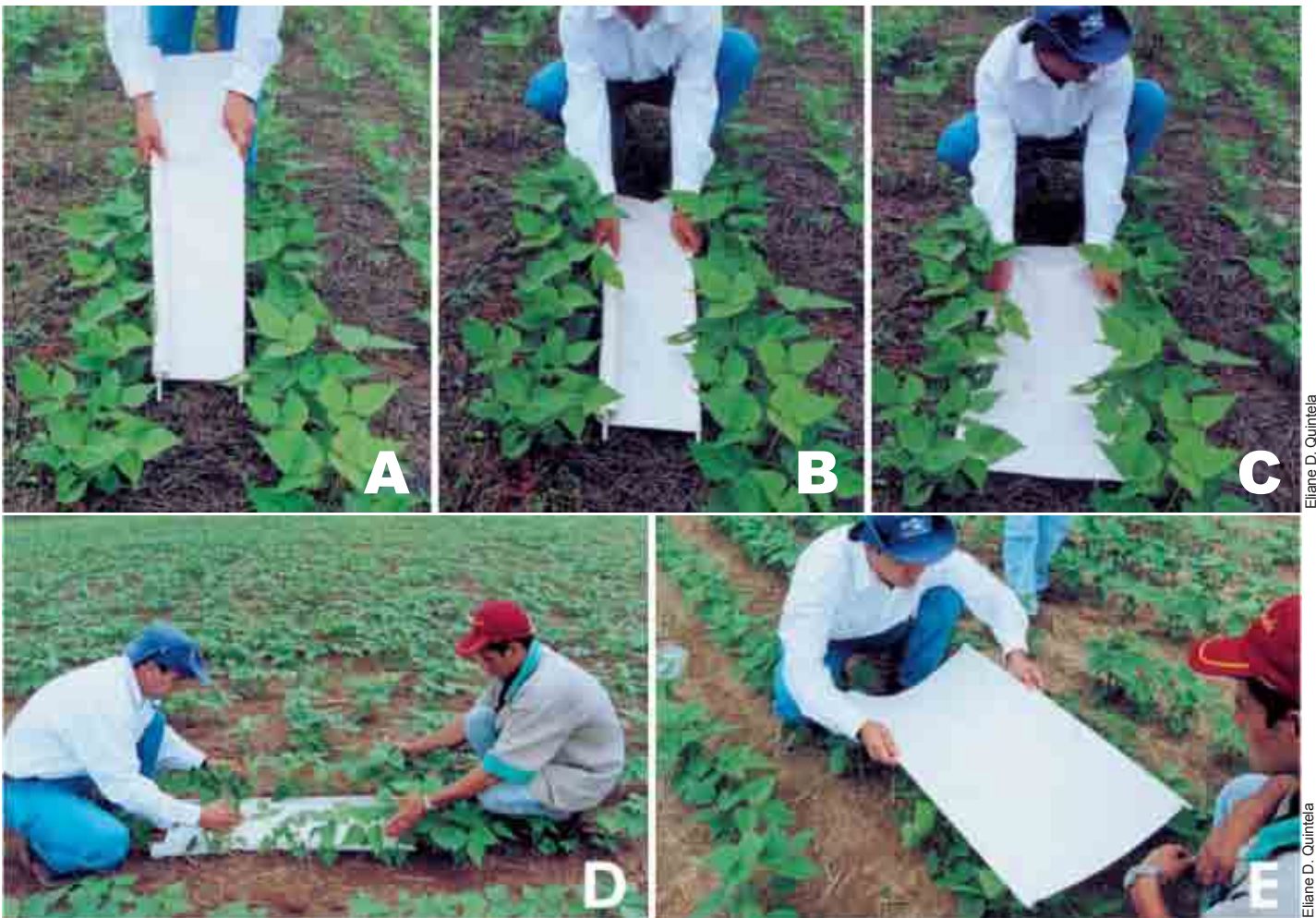
Figura 18 - Utilização da placa de plástico branca (50 x 40 cm) para amostragem de tripses em folhas do feijoeiro

NOTA: São efetuadas duas batidas com a placa por ponto de amostragem.

Forma de amostragem no estágio de florescimento e de formação de vagens

Nestes estádios, as amostragens devem ser direcionadas para tripses, ácaro-branco, percevejos e lagartas-das-vagens. Deve-se inserir, cuidadosamente, o pano entre as plantas e amostrar nesta ordem:

- a) verificar a presença de sintomas de ataque do ácaro-branco nas folhas na parte superior da planta na área da batida de pano (Fig. 15);
- b) contar os percevejos que estão na parte superior das plantas e movê-las, cuidadosamente, para observar aqueles que estão nas partes mediana e inferior delas;
- c) após amostragem dos percevejos,



Eliane D. Quintela

Eliane D. Quintela

Eliane D. Quintela

Eliane D. Quintela

Figura 19 - Forma de amostragem com o pano branco após o estágio de 3-4 folhas trifolioladas

NOTA: Figura 19A, 19B e 19C - Colocando o pano entre as filas do feijoeiro. Figura 19D - Batendo vigorosamente as folhas do feijoeiro sobre o pano branco. Figura 19E - Contagem dos insetos caídos no pano.

bater vigorosamente as plantas sobre o pano e contar os insetos e os inimigos naturais caídos nele;

d) amostrar, visualmente, as vagens quanto à presença de lagarta-das-vagens (Fig. 20);

e) próximo à área amostrada, coletar 25 flores e visualizar a presença de trips (Fig. 21).

Os resultados devem ser anotados nas fichas de amostragem para o trips nas flores (Anexo A), as pragas (Anexo B) e os inimigos naturais (Anexo C). Essas fichas de amostragem podem ser obtidas no setor de venda de publicações da Embrapa Arroz e Feijão.

TOMADA DE DECISÃO

O momento adequado para efetuar o controle com inseticidas está apresentado no Anexo B, última coluna, onde encontram-se também os níveis de controle para as principais pragas do feijoeiro. Esses níveis estão amparados por boa margem de segurança, de forma que a sua utilização cuidadosa permitirá a aplicação



Eliane D. Quintela

Figura 21 - Trips em flores de feijoeiro

de inseticidas somente quando houver necessidade, sem que ocorra perda na produção.

Escolha dos inseticidas

Se o nível para o controle da praga foi atingido, deve-se efetuar a pulverização escolhendo os inseticidas mais seletivos, conforme a classe toxicológica e os níveis de toxicidade estabelecidos para mamíferos e aves, peixes, abelhas e predadores (Quadro 2).

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DO FEJJOEIRO EM ÁREAS DE INCIDÊNCIA DA MOSCA-BRANCA

Devido à importância da mosca-branca como transmissora do vírus-do-mosaico-dourado do feijoeiro (VMDF), seu manejo deve ser realizado de acordo com a época de plantio. Em áreas com histórico de alta incidência do mosaico-dourado e no plantio da “seca” (janeiro a abril), desde que a mosca-branca esteja presente na área amostrada, seu controle deve ser feito do plantio até o estágio de florescimento, com tratamento de sementes e complementado com pulverizações semanais. Normalmente, quatro a cinco pulverizações são suficientes. O período que vai da germinação até o florescimento é a fase em que a planta é mais suscetível ao VMDF e, conseqüentemente, quando são observadas as maiores perdas na produção. Após o florescimento do feijoeiro, não há necessidade de fazer o controle da mosca-branca, pois os danos causados pelo VMDF são pouco significativos, não justificando o controle do vetor.



Eliane D. Quintela

Figura 20 - Amostragem visual das vagens para verificação do ataque da lagarta-das-vagens

No plantio das “águas” (agosto a dezembro) e de inverno (maio a agosto), recomenda-se somente o tratamento de sementes, não havendo necessidade de pulverizações, pois a incidência da mosca-branca e do VMDF é menos intensa. Nessas épocas de plantio, geralmente, as populações da mosca-branca são menores, pois não ocorrem culturas de soja e algodão, as quais multiplicam essa praga, ou essas lavouras não estão em final de ciclo.

Quadro 2 - Inseticidas e acaricidas registrados para a cultura do feijoeiro

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP									
								M	A	P	Ab	Pr					
Cigarrinha-verde (<i>Empoasca kraemerii</i>)	Thiamethoxam	Cruiser 700 WS	Neocotinóide	0,1-0,15 kg/100 kg sementes	Sistêmico	Indeterminada											
	Cyfluthrin	Actara 250 WG	Neocotinóide	0,1-0,2 kg/ha	Sistêmico	III	14										
		Baytroid CE	Piretróide	0,2 L/ha	Contato	I	14	1	1	2	5	3					
	Beta-cyflutrin	Turbo	Piretróide	0,1 L/ha	Contato	II	14	2	1	3	5	2					
		Bulldock 125 SC	Piretróide	0,05 L/ha	Contato	II	14										
	Triclorfon	Dipterex 500	Organofosforado	1,6 L/ha	Contato/Ingestão	II	7	2	2	1	1						
	Paration metílico	Folisuper 600 BR	Organofosforado	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15	4	5	1	5	3				
	Imidacloprid	Folidol 600	Organofosforado	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15									
		Gaucho	Cloronicotinil	Cloronicotinil	0,2 kg/100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado									
		Gaucho FS	Cloronicotinil	Cloronicotinil	0,25 L/100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado									
		Metamidofós	Provado	Organofosforado	Cloronicotinil	0,15 kg/ha	Sistêmico	IV	21								
Confidor 700 GrDA			Cloronicotinil	Cloronicotinil	0,15 kg/ha	Sistêmico	IV	21									
Stron	Organofosforado		Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21	4	4	1	3						
Hamidop 600	Organofosforado		Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21										
Metafós	Organofosforado	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21											
Metamidofós	Organofosforado	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21											
Faro	Organofosforado	Organofosforado	0,5 L/ha	Sistêmico	II	21											
Tamaron BR	Organofosforado	Organofosforado	0,5 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	II	21											
Thiacloprid	Calypso	Cloronicotinil	Cloronicotinil	0,2 L/ha	Sistêmico	III	31										
Monocrotophos	Agrophos 400	Organofosforado	Organofosforado	0,75-1,25 L/ha	Sistêmico/Contato	I	21	4	1	5	5						
Bifenthrin	Azodrin 400	Organofosforado	Organofosforado	0,75-1,25 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	9										
Brigade 25 CE	Piretróide	Piretróide	Piretróide	0,2-0,25 L/ha	Sistêmico	II											

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP					
								M	A	P	Ab	Pr	
Cigarrinha-verde (<i>Empoasca kraemerii</i>)	Carbaryl	Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/ingestão	II	3	2	1	1	4	1	
		Sevin 850 PM	Carbamato	1,2-1,5 kg/ha	Contato/ingestão	II	20						
		Carbaryl Fersol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/ingestão	II	3						
		Carbaryl Fersol Pó 75	Carbamato	15-20 kg/ha	Contato/ingestão	III	3						
	Clorpirifós	Vexter	Organofosforado	0,8 L/ha	Contato	II	25	3	1	1	2	2	2
		Lorsban 480 BR	Organofosforado	0,8 L/ha	Contato	II	25						
	Terbufós	Clorpirifós Fersol 480 CE	Organofosforado	0,8 L/ha	Contato	II	25						
		Counter 50 G	Organofosforado	40 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Deltamethrin	Counter 150 G	Organofosforado	13 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
		Deltaphos	Piretróide	0,35-0,50 L/ha	Contato	I	16						
	Carbofuran	Ralzer 50 GR	Carbamato	20 kg/ha	Sistêmico	I	30						
		Ralzer 350 SC	Carbamato	2,0 L / 100 kg sementes	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Thiodicarb	Furadan 50 G	Carbamato	20 kg/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	75						
		Diafuran 50	Carbamato	20 kg/ha	Sistêmico	I	30						
Futur 300		Carbamato	2,0 L / 100kg sementes	Sistêmico	III	Indeterminado	2	2	1	3	1	1	
Granutox		Organofosforado	20-30 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado							
Carbosulfan	Granutox 150 G	Organofosforado	7-10 kg/ha	Sistêmico	II	Indeterminado							
	Marzinc 250 TS	Carbamato	1,5-2,0 kg/100 kg sementes	Sistêmico	II	Indeterminado							
Fenprothrin	Danimen 300 CE	Piretróide	0,1-0,2 L/ha	Contato	I	14	3				4		
	Meothrin 300	Piretróide	0,1-0,2 L/ha	Contato	I	14							
Monocrotophos	Nuvacron 400	Organofosforado	0,75-1,25 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	9							
	Ofunack 400 CE	Organofosforado	1,25 L/ha	Contato	III	15							

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP				
								M	A	P	Ab	Pt
Cigarrinha-verde (<i>Empoasca kraemerii</i>)	Acephate	Orthene 750 BR	Organofosforado	0,2-0,5 kg/ha	Sistêmico	III	14	MT	PT	T	AT	
		Orthene 750 BR para sementes	Organofosforado	1,0 kg / 100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado					
	Disulfoton	Solvirex GR 100	Organofosforado	15 kg/ha	Sistêmico	III	Indeterminado					
	Esfenvalerate	Sumidan 25 CE	Piretróide	0,4 L/ha	Contato	I	14		5			
	Fenitrothion	Sumithion 500 CE	Organofosforado	1,0-1,5 L/ha	Sistêmico	II	14	3	2	5	3	
	Dimetoato	Tiomet 400 CE	Organofosforado	0,32-0,64 L/ha	Sistêmico	I	3	AT	PT	AT		
Lagarta-rosca (<i>Agrotis</i> sp.)	Etofenprox	Trebon 300 CE	ArilPropil-benzileter	0,5 L/ha	Contato	III	3	2	4	2	3	
	Carbaryl	Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/Ingestão	II	3	1	1	4	1	
		Carbaryl Fersol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/Ingestão	II	3					
Trips (várias espécies)	Acephate	Orthene 750 BR para sementes	Organofosforado	1,0 kg / 100kg sementes	Sistêmico	III	14					
	Paration metílico	Folisuper 600 BR	Organofosforado	0,27-0,35 L / ha	Contato/Ingestão	I	15	5	1	5	3	
		Folidol 600	Organofosforado	0,25-0,37 L / ha	Contato/Ingestão	I	15					
	Imidacloprid	Gaucho FS	Cloronicotinil	0,25 L/100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado					
	Metamidofós	Metafos	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	21	4	4	1	3	
		Stron Metasip Hamidop 600 Tamaron BR Actellic 500 CE	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
Pirimifós metil			Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
			Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
Carbaryl			Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	II	21					
			Organofosforado	0,16 L/ha	Contato/ Fumigação	II	3	1				
			Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/Ingestão	II	3	1	1	4	1	

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP					
								M	A	P	Ab	Pr	
Trips (várias espécies)	Carbaryl	Carbaryl Fensol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/Ingestão	II	3						
				15-20 kg/ha	Contato/Ingestão	III	3						
	Terbufós	Counter 50 G	Organofosforado	40 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
				13 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Carbofuran	Ralzer 50 GR	Carbamato	20 kg/ha	Sistêmico	I	30						
				1,0-1,5 L / 100 kg sementes	Sistêmico	I	Indeterminado						
				20 kg/ha	Sistêmico	I	30						
				20 kg/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	75						
	Phorate	Granutox	Organofosforado	20-30 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
				7-10 kg/ha	Sistêmico	II	Indeterminado						
	Carbosulfan	Marzinc 250 TS	Carbamato	1,5-2,0 kg / 100 kg sementes	Sistêmico	II	Indeterminado						
				1,0 kg/ha	Sistêmico	III	14						
	Acephate	Orthene 750 BR	Organofosforado	1,5 L/100 kg sementes	Sistêmico	II	Indeterminado						
				1,5 L/100 kg sementes	Sistêmico	II	14						
Thiodicarbe	Semevin 350 RA	Carbamato	1,0 kg/ha	Sistêmico	III	14							
			1,5 L/100 kg sementes	Sistêmico	II	Indeterminado							
Aldicarbe	Temik 150	Carbamato	6,5 kg/ha	Sistêmico	I	80							
			0,32-0,64 L/ha	Sistêmico	I	3							
Dimethoate	Tiomet 400 CE	Organofosforado	0,4 L/ha	Contato	I	14							
			1,0-1,5 L/ha	Sistêmico	II	14							
Esfenvalerate	Sumidan 25 CE	Piretróide	0,25 kg/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	IV	21							
			100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
Fenitrothion	Sumithion 500 CE	Organofosforado	0,2 kg/ 100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
			0,25 kg/ 100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Turbo	Piretróide	0,1 L/ha	Contato	II	14							
			0,05 L/ha	Contato	II	14							
Imidacloprid	Bulldock 125 SC	Piretróide	0,25 kg/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	IV	21							
			100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
Provado	Gaucho	Cloronicotinil	0,15 L/ha	Sistêmico	IV	21							
			100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP				
								M	A	P	Ab	Pr
Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Metamidofós	Faro	Organofosforado	0,5-1 L/ha	Sistêmico	II	21	4	4	1	3	3
		Stron	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
		Metafós	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico/ Contato/ Ingestão	I	21					
	Thiacloprid Monocrotophos	Metamidafós Fersol 600	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
		Metasip	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
		Hamidop 600	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21					
	Buprofezin	Tamaron BR	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico/ Contato/ Ingestão	II	21					
		Calypso	Cloronicotinil	0,2 L/ha	Ingestão	III	31					
		Azodrin 400	Organofosforado	0,5-0,75 L/ha	Sistêmico/ Contato/ Ingestão	I	9	4	1	5	5	3
	Bifenthrin Terbufós	Agrophos 400	Organofosforado	0,5-0,75 L/ha	Sistêmico/ Contato	I	21					
		Applaud 250	Tiadiazin	0,1-0,2 L/ 100 L água	Regulador de crescimento	IV	21					
		Brigade 25 CE	Piretróide	0,2-0,25 L/ha	Sistêmico	II						
Deltamethrin Carbofuran	Counter 50 G	Organofosforado	40 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Counter 150 G	Organofosforado	13 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Deltaphos	Piretróide	0,35-0,50 L/ha	Contato	I	16						
Phorate Fenpropathrin	Diafuran 50	Carbamato	30-40 kg/ha	Sistêmico	I	30						
	Ralzer 50 GR	Carbamato	30-40 kg/ha	Sistêmico	I	30						
	Ralzer 350 SC	Carbamato	2,0 L / 100 kg sementes	Sistêmico	I	Indeterminado						
Danimen 300 CE Meothrin 300	Furadan 50 G	Carbamato	30-40 kg/ha	Sistêmico/ Contato/ Ingestão	I	75						
	Granutox	Organofosforado	20-30 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado						
	Danimen 300 CE	Piretróide	0,1-0,2 L/ha	Contato	I	14			4			
		Meothrin 300	Piretróide	0,1-0,2 L/ha	Contato	14						

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP						
								M	A	P	Ab	Pt		
Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Monocrotophos	Nuvacron 400	Organofosforado	0,5-0,75 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	9							
	Pyridaphenthion	Ofunack 400 CE	Organofosforado	1,0-1,5 L/ha	Contato	III	15							
	Acephate	Orthene 750 BR	Organofosforado	0,2-0,5 kg/ha	Sistêmico	III	14		MT	PT		T	AT	
		Orthene 750 BR	Organofosforado	1,0 kg/100kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
		Furathiocarb	Promet 400 CS	Tiocarbamato	0,8 L/100kg sementes	Sistêmico	III	Indeterminado						
		Aldicarb	Temik 150	Carbamato	6,0-13,0 kg/ha	Sistêmico	I	80						
		Pyriproxyfen	Cordial 100	Piridil éter	1,0 L/ha	Ovicida	I	14			1			
			Tiger 100 CE	Piridil éter	1,0 L/ha	Ovicida	I	14						
		Dimethoate	Tiomnet 400 CE	Organofosforado	0,64-1,25 L/ha	Sistêmico	I	3	AT	PT	AT			
		Clorpirifós	Lorsban 480 BR	Organofosforado	0,8 L/ha	Contato	II	25	1	1	2			2
		Acetamiprid	Vexter	Organofosforado	1,0 L/ha	Contato	II	25						
		Thiamethoxan	Mospilan	Neonicotinóide	0,15-0,25 kg/ha	Sistêmico	III	7	3	1	1			
			Cruiser 700 WS	Neocotinóide	0,15 kg / 100 kg sementes	Sistêmico	III	Indeterminado						
		Actara 250 WG	Neocotinóide	0,1 kg/ha	Sistêmico	III	21							
Vaquinha (<i>Diabrotica speciosa</i> ; <i>Cerotoma arcuata</i>)	Betacyflutrin	Bulldock 125 SC	Piretróide	0,05 L/ha	Contato	II	14		1	3		5	2	
		Turbo	Piretróide	0,1 L/ha	Contato	II	14							
		Confidor 700 GrDA	Cloronicotinil	0,15 kg/ha	Sistêmico	IV	21							
		Gaúcho	Cloronicotinil	0,2 kg/100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
		Gaúcho FS	Cloronicotinil	0,25 L/100kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
		Provado	Cloronicotinil	0,15 kg/ha	Sistêmico	IV	21							
		Counter 50 G	Organofosforado	40 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado							
		Folidol 600	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15		5	1	5		3	
		Folisuper 600 BR	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15							
		Thiodicarb	Futur 300	Carbamato	2,0 L / 100 kg sementes	Sistêmico	III	Indeterminado		2	1		3	1
	Carbosulfan	Marzinc 250 TS	Carbamato	1,5-2,0 kg/100 kg sementes	Sistêmico	II	Indeterminado							

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP					
								M	A	P	Ab	Pt	
Vaquinha (<i>Diabrotica speciosa</i> ; <i>Cerotoma arcuata</i>)	Metamidofós	Hamidop 600	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21	4	4	1	3	3	
		Stron Tamaron BR	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21						
			Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Contato/ Ingestão	II	21						
		Metafós	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21						
		Metamidafós Fer- sol 600	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21						
		Metasip	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21						
		Acephate	Orthene 750 BR	Organofosforado	0,5-1,0kg/ha	Sistêmico	III	14	MT	PT	T	AT	
			Orthene 750 BR para sementes	Organofosforado	1,0 kg / 100kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado					
		Carbaryl	Carbaryl Fersol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3	2	1	1	4	1
			Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3					
Lagarta- das-folhas (<i>Omiodes indicata</i>)	Thiamethoxam	Cruiser 700 WS	Neocotinóide	0,1-0,15 kg/ 100 kg sementes	Sistêmico	III	Indeterminado						
		Actara 250 WG	Neocotinóide	0,15-0,2 kg/ha	Sistêmico	III	14						
		Lambdacyalothrin	Karate zeon 50 CS	Piretróide	0,15-0,2 L/ha	Contato/ Ingestão	III	15					
		Carbaryl	Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3	2	1	1	4	1
		Acephate	Carbaryl Fersol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3					
			Orthene 750 BR	Organofosforado	0,5-1,0 kg/ha	Sistêmico	IV	14	MT	PT	T	AT	
		Triclorfon	Dipterex 500	Organofosforado	1,6 L/ha	Contato/ Ingestão	II	7	2	1	1	1	1
		Carbaryl	Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3	2	1	1	4	1
			Carbaryl Fersol 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3					

(continua)

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP						
								M	A	P	Ab	Pt		
Lagarta-da-soja (<i>Anticarsia gemmatilis</i>)	Carbaryl	Carbaryl Fersol Pó 75	Carbamato	15-20 kg/ha	Contato/Ingestão	III	3							
	Paration metílico	Folidol 600	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15	4	5	1	5			3
		Folisuper 600 BR	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15							
	Dimethoate	Tiomet 400 CE	Organofosforado	0,32-0,64 L/ha	Sistêmico	I	3	PT	AT	PT	AT			
Pulgão (<i>Aphis craccivora</i> ; <i>Smynturoides betae</i> ; <i>Aphis rumicis</i>)	Imidacloprid	Gaucho FS	Cloronicotínil	0,25 L/100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							
	Phorate	Granutox	Organofosforado	20-30 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado							
	Metamidofós	Hamidop 600	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico	I	21	4	4	1	3			3
		Metafós	Organofosforado	0,5-1,0 L/ha	Sistêmico/Contato/Ingestão	I	21							
Manhoso (<i>Chalcodemus bimaculatus</i>)	Acephate	Orthene 750 BR para sementes	Organofosforado	1,0 kg / 100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado							AT
	Pirimicarb	Pi-Rimor 500 PM	Carbamato	0,1 kg / 100 L água	Contato/Fumigação	II	7							T
	Carbofuran	Ralzer 350 SC	Carbamato	2,0 L / 100 kg sementes	Sistêmico	I	Indeterminado							
	Disulfoton	Solvirex GR 100	Organofosforado	15 kg / ha	Sistêmico	III	Indeterminado							
Manhoso (<i>Chalcodemus bimaculatus</i>)	Dimethoate	Tiomet 400 CE	Organofosforado	0,32-0,64 L/ha	Sistêmico	I	3	PT	AT	PT	AT			
	Monocrotophos	Agrophos 400	Organofosforado	1,25 L/ha	Sistêmico/Contato	I	21	4	1	5	5			3
	Carbaryl	Sevin 480 SC	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato	III	3	2	1	1	4			1
		Carbaryl Fersol Pó 75	Carbamato	15-20 kg/ha	Sistêmico	II	3							
Manhoso (<i>Chalcodemus bimaculatus</i>)	Acephate	Cefanol	Organofosforado	0,1 kg / 100 L água	Sistêmico	III	14							AT
		Acefato Fersol 750 PS	Organofosforado	0,5-1,0 kg/ha	Sistêmico	IV	14							
		Orthene 750 BR	Organofosforado	0,5-1,0 kg/ha	Sistêmico	III	14							

Praga	Produto técnico	Marca comercial	Grupo químico	Dose	Modo de ação	Classe toxicológica	Período de carência (dias)	MIP (conclusão)				
								M	A	P	Ab	Pr
Ácaro-vermelho (<i>Tetranychus luedeni</i>)	Paration metílico	Folidol 600	Organofosforado	0,45-0,67 L/ha	Contato/Ingestão	I	15	4	5	1	5	3
	Metamidofós	Hamidop 600	Organofosforado	1,0 L/ha	Sistêmico	I	21	4	4	1	3	3
	Metamidofós	Hamidop 600 Tamaron BR	Organofosforado Organofosforado	1,25 L/ha 1,25 L/ha	Sistêmico Sistêmico/ Contato/ Ingestão	I II	21 21	4	4	1	3	3
Lagarta-das-vagens (<i>Heliothis zea</i> ; <i>Thecla jebus</i>)	Phorate	Granutox	Organofosforado	20-30 kg/ha	Sistêmico	I	Indeterminado					
	Fenprothrin	Danimen 300 CE Meothrin 300	Piretróide	0,2-0,3 L/ha	Contato	I	14	3		4		
	Dimethoate	Tiomet 400 CE	Organofosforado	0,64-1,25 L/ha	Sistêmico	I	3	PT	AT	PT	AT	
	Clorpirifós	Vexter	Organofosforado	1,25 L/ha	Contato	II	25	3	1	1	2	2
Lagarta-elasma (<i>Elasmopalpus lignosellus</i>)	Carbaryl	Lorsban 480 BR Sevin 480 SC	Organofosforado Carbamato	1,25 L/ha 1,9-2,25 L/ha	Contato/ Ingestão	II II	25 3	2	1	1	4	1
	Carbaryl	Carbaryl Fensol 480 SC Sevin 480 SC	Carbamato	2,0-2,3 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3	2	1	1	4	1
	Carbaryl	Carbaryl Fensol Pó 75	Carbamato	1,9-2,25 L/ha	Contato/ Ingestão	II	3					
Thiocarbe		Semevin 350 RA Futur 300	Carbamato	15-20 kg/ha	Contato/ Ingestão	III	3					
			Carbamato	1,5 L / 100 kg 2,0 L/100 kg sementes	Sistêmico Sistêmico	II III	Indeterminado Indeterminado	2	2	1	3	1
Acephate		Orthene 750 BR para sementes	Organofosforado	1,0 kg / 100 kg sementes	Sistêmico	IV	Indeterminado	MT	MT	PT	T	AT

NOTA: Classe toxicológica: I - Altamente tóxico; II - Medianamente tóxico; III - Pouco tóxico; IV - Praticamente atóxico.

MIP - Manejo integrado de pragas; M - Mamíferos; A - Aves; P - Peixes; Ab - Abelhas; Pr - Predadores; ET - Extremamente tóxico; AT - Altamente tóxico; MT - Medianamente tóxico; PT - Pouco tóxico; T - Tóxico; NT - Não Tóxico.

Mamíferos e Aves: DL50 Oral (mg/kg), com escala: 1 = > 1000; 2 = 200 a 1000; 3 = 50 a 200; 4 = 10 a 50; 5 = < 10; Peixes: CL50, 48h (ppm), com escala: 1 = 1,0; 2 = 0,1 a 1,0; 3 = 0,01 a 0,1; 4 = 0,001 a 0,1; 5 = < 0,001; Abelhas: DL50 Tópica (ug/g), com escala: 1 = 100; 2 = 20 - 100; 3 = 5 - 20; 4 = 1 - 5; 5 = < 1; Predadores: 1 = 0 - 20%; 2 = 21 - 40%; 3 = 41 - 60%; 4 = 61 - 100%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia do manejo integrado de pragas (MIP) - Feijão foi validada em várias regiões produtoras de feijão. Na região de Santa Helena de Goiás - GO, com a utilização desta tecnologia, reduziu-se em 64% a aplicação de inseticidas, com uma economia de 78% no custo de controle e produtividade média de 3030,7 kg/ha. Na região de Cristalina-GO e Gameleira de Goiás-GO, em algumas das áreas amostradas, o feijão foi colhido sem nenhuma pulverização e, em outras, com somente uma pulverização, reduzindo o custo de controle em cerca de 89,2%.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

MARTINEZ, S.S.; CARVALHO, A.O.R. de; VIEIRA, L.G.; NUNES, L.M.; BIANCHINI, A. Identificação das espécies de mosca branca, *Bemisia* spp. que ocorrem no Paraná e sua dis-

tribuição geográfica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v.1, p.120-122. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

QUINTELA, E.D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 46).

_____. Relationship between *Bemisia* spp. density and damage in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: Embrapa Soja, 2000. v.1, p.282. (Embrapa Soja. Documentos, 143).

_____; YOKOYAMA, M. Insetos-praga. In: MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; BIAVA, M. (Ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 203p. (Embrapa Informação Tecnológica. Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

ANEXO A - FICHA DE AMOSTRAGEM PARA TRIPES NAS FLORES

LEVANTAMENTO DE TRIPES EM FLORES DO FEJJOEIRO																	
Expressão/Descrição:		Amostrador:		Voto útil		Qual de controle		Nº de folhas									
Área amostrada e local:		Data:		Número		Folhas		Pontos de amostragem									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
Total																	
Média																	

ANEXO B - FICHA DE AMOSTRAGEM PARA ASPRAGAS

LEVANTAMENTO DE PRAGAS DO FEJJOEIRO														
Data/semeadura:		Data:		Amostrador:		Área (tamanho e local):								
Idade da cultura:		DAE		Variedade:										
PRAGA OU DANO	Pontos de amostragem	Pontos de amostragem										Total	Média	Nível de controle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Plantas mortas														2 plantas cortadas ou sem estímulos de raiz
Vaquinhas														20 insetos/parasitos no m ² de 2 metros de linha
Desfolha														50% folhas primárias 30% antes floração 15% após floração
Mosca branca														Não determinado
Minsadora														1 a 2 larvas vivas/linha, não contadas folhas primárias
Cigarreira verde														40 insetos/parasitos no m ² de 2 metros de linha
Tripes														100 vagas em 1 metro 2 tripes/linha
Acaros Branco														6 plantas com sintomas e presença de ácaros
Acaros Rajado														
Lesmas														1 lesma/m ²
Percevejos														2 percevejos/parasito
Lagarta das vagens														20 vagens atacadas em 7 metros de linha
Idi Amin														Não controlar
Outros insetos														

ANEXO C - FICHA DE AMOSTRAGEM PARA INIMIGOS NATURAIS

LEVANTAMENTO DE PREDADORES DAS PRAGAS DO FEJJOEIRO														
Data:		Data:		Amostrador:		Área (tamanho e local):								
PREDADOR	Pontos de amostragem	Pontos de amostragem										TOTAL	MÉDIA	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Joaninha														
Chrysopa														
Aranha														
Geocoris														
Nabis														
Callida														
Percevejo														
Lebia														
Orius														
Outros														

A Linha da Produtividade.

Basagran® 600

Aramo® 200

Comet®

Sweeper®

Poast®

Ronilan®

Standak®

Pirate®

Opus®

Caramba® 90

Cultivando Inovação.
Criando Valor.

ATENÇÃO

Este produto é prejudicial à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Use sempre com o equipamento de proteção individual adequado em função do risco à saúde e ao meio ambiente. Não permita o empilhamento de produtos individuais. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo



Para mais informações consulte o site www.basf.com.br



BASF

The Chemical Company

Colheita mecanizada

*José Geraldo da Silva¹
Pedro Marques da Silveira²*

Resumo - A colheita é uma das etapas mais importantes do processo de produção do feijão e, quando bem processada, reduz as perdas de grãos e contribui de maneira decisiva para a obtenção de um produto de boa qualidade, com alto valor comercial. Ela pode ser realizada pelos sistemas manual, semi-mecanizado e mecanizado. São apresentadas informações sobre os sistemas de colheita, procedimentos de operações de ceifadora de plantas, de recolhadora-trilhadora e de colhedora automotriz, para obter bom desempenho na operação. Ainda são mostrados resultados de campo sobre desempenho de máquinas, cuidados para reduzir as perdas de grãos e métodos para estimar essas perdas.

Palavras-chave: Feijão. *Phaseolus vulgaris*. Ceifadora. Recolhedora-trilhadora. Colhedora automotriz. Perda durante a colheita.

INTRODUÇÃO

Diversos métodos podem ser empregados na colheita do feijoeiro, os quais variam em função do sistema de cultivo, do tipo de planta e do tamanho da lavoura. Ultimamente, tem-se verificado grande interesse pelo cultivo do feijoeiro em monocultivo em extensas lavouras, cuja colheita tem sido feita por processo mecanizado, utilizando-se ceifadoras, recolhedoras-trilhadoras e colhedoras automotrizes.

ÉPOCA DE COLHEITA

A época adequada de colheita do feijoeiro é de grande importância para a obtenção de grãos de boa qualidade. As lavouras podem ser colhidas logo após as sementes alcançarem a maturação fisiológica, que corresponde ao estágio de desenvolvimento, quando as plantas estão com as folhas amarelas, as vagens mais velhas secas e as sementes no seu desenvolvimento máximo. A maturação fisiológica refere-se às altera-

ções morfológicas, fisiológicas e funcionais, que culminam com o ponto máximo de matéria seca nas sementes. Nesse ponto, a semente alcança o máximo de poder germinativo e de vigor (POPINIGIS, 1985). Na prática, a maturação fisiológica nas sementes de cor preta é alcançada, quando o teor de água está entre 30% e 40% (SILVA et al., 1975); nas de cor bege, com teor de água entre 38% e 44% (NEUBERN; CARVALHO, 1976).

MECANIZAÇÃO DA COLHEITA

A mecanização na cultura do feijoeiro, independente do sistema de cultivo empregado, não apresenta maiores problemas no que se refere à realização das operações que antecedem a colheita. Podem ser usados equipamentos convencionais empregados em outras culturas, como nas do arroz, do milho e da soja, para o preparo do solo, a semeadura e os tratamentos culturais. Entretanto, para mecanizar a colheita dessa

leguminosa, diversos fatores relacionados com o sistema de cultivo, a área de plantio e o tipo de planta, tais como acamamento, desuniformidade de maturação, planta prostrada, pequena altura de inserção e deiscência de vagens, têm dificultado o emprego direto das colhedoras tradicionais.

SISTEMAS DE COLHEITA

De modo geral, são três os sistemas empregados na colheita do feijoeiro: o manual, o semi-mecanizado e o mecanizado.

No sistema manual, todas as operações da colheita, como o arranquio, o recolhimento e o trilhamento, são feitas manualmente. Esse sistema consiste em arrancar as plantas inteiras, a partir da maturação fisiológica das sementes. As plantas arrancadas permanecem na lavoura, em molhos, com as raízes para cima, para completar o processo de secamento até os grãos atingirem o teor de água próximo de 14%. Em seguida, as plantas são dispostas em terreiros, em

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

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO. Correio eletrônico: pmarques@cnpaf.embrapa.br

camadas de 30 a 50 cm, onde se processa a batida com varas flexíveis, ou com rodas de trator. Por último, realizam-se a separação e a limpeza dos grãos.

No sistema semi-mecanizado, o arranquio e o enleiramento das plantas são, normalmente, manuais e o trilhamento é mecanizado. Neste, são empregadas trilhadoras estacionárias, máquinas recolhedoras-trilhadoras ou colhedoras automotrizes adaptadas.

No sistema mecanizado, todas as operações de colheita são feitas com máquinas, por dois processos: direto ou indireto. No processo direto, são empregadas colhedoras automotrizes, que realizam simultaneamente o corte, o recolhimento, a trilha, a abanação e, em determinados casos, o ensacamento dos grãos. No indireto, o processo é caracterizado pela utilização de equipamentos como a ceifadora e a recolhedor-trilhadora, em operações distintas.

O uso das colhedoras convencionais no feijoeiro apresenta vários inconvenientes: a barra de corte trabalha no nível do solo ou pouco acima dele, cortando muitas vagens, as quais, na maioria das cultivares, chegam a tocar o solo. Além do problema do corte das vagens, as perdas são aumentadas pela ação do molinete sobre as plantas, o que provoca a abertura de vagens. Também nesse tipo de colhedora, ocorre uma acentuada quebra de grãos durante o trilhamento.

CEIFADORA

A ceifadora (Fig. 1) opera acoplada a uma colhedora automotriz, após a retirada de sua plataforma, ou na frente de um trator. O mecanismo de corte, acionado por bomba e motor hidráulico, ceifa as plantas de feijão; a plataforma recolhedor, formada por pinos metálicos, recolhe e direciona as plantas para a esteira transportadora. A plataforma trabalha com um controle variável de velocidade para evitar a deiscência das vagens. A roda-guia evita que a ceifadora toque o terreno, mas permite que ela trabalhe bem próxima do solo.



Figura 1 - Ceifadora-enleiradora

RECOLHEDORA-TRILHADORA

As máquinas recolhedoras-trilhadoras recolhem no campo as plantas enleiradas, arrancadas ou ceifadas e realizam a batida, a separação e o ensacamento ou o acondicionamento a granel das sementes. São acopladas aos tratores pela barra de tração e acionadas pela tomada de potência.

O sistema de recolhimento das máquinas é constituído por cilindro recolhedor, rolo guia, esteira transportadora e cilindro condicionador e direcionador (Fig. 2). O cilindro recolhedor gira no sentido anti-horário. Ele possui dedos retráteis dispostos em sua periferia, que apanham as plantas enleiradas no solo. O rolo guia, ou cilindro nivelador, acompanha os desníveis da superfície do terreno e tem a função de manter o cilindro recolhedor bem próximo ao solo. A esteira transportadora conduz as plantas para o cilindro condicionador e direcionador, que faz o encaminhamento das plantas para o cilindro de trilha.

O sistema de trilhamento é provido de um cilindro trilhador de fluxo axial, com pinos

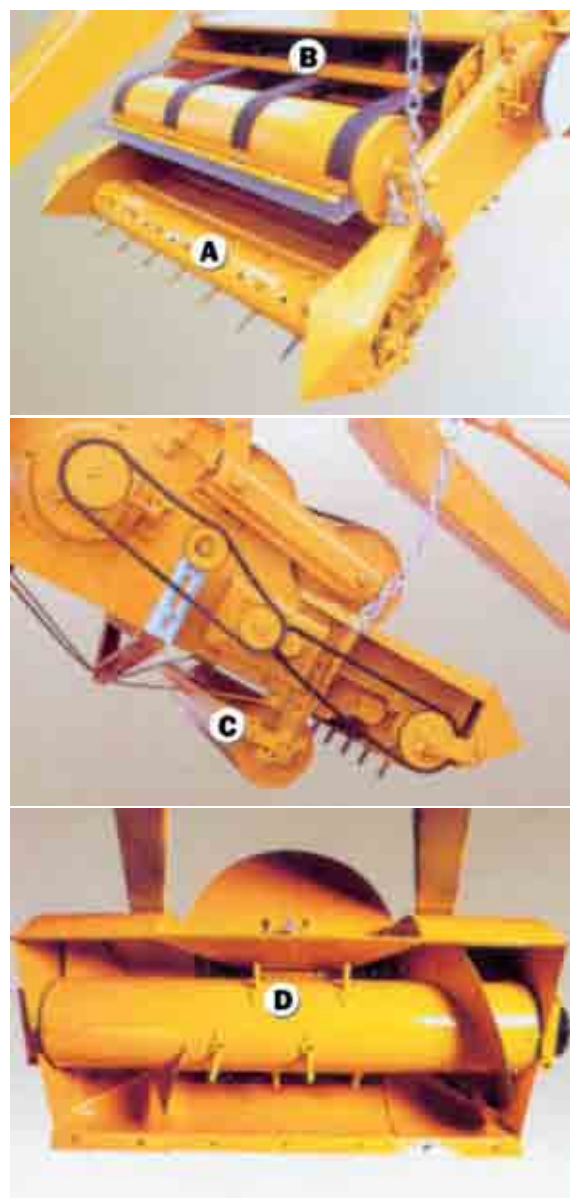


Figura 2 - Sistema de recolhimento
NOTA: A - Cilindro recolhedor; B - Esteira; C - Rolo guia; D - Cilindro condicionador.

batedores dispostos na sua periferia, e de uma tela cilíndrica perfurada denominada côncavo (Fig. 3). O cilindro de fluxo axial, pelo seu movimento de rotação, conduz as plantas longitudinalmente ao seu eixo, trilhando-as até que a palhada seja descarregada pelo saca-palha, localizado na sua parte posterior. O ajuste dos pinos batedores permite que se controle a intensidade e o tempo de trilha em função da maturação da planta. As plantas parcialmente maduras necessitam de maior tempo de trilhamento para o desprendimento dos grãos das vagens. Esse tempo diminui, à medida que a

trilha é feita com plantas mais secas. Quanto menor o tempo de trilhamento, maior poderá ser a capacidade de trilhamento da máquina e a velocidade de deslocamento do conjunto trator/recolhedora. A tela cilíndrica perfurada envolve o cilindro axial. Ela retém a palhada durante o trilhamento, permitindo somente a passagem de grãos e de pequenas impurezas.

A unidade de limpeza da recolhedora-trilhadora possui ventilador, transportador e classificador de grãos (Fig. 4). Os grãos, as vagens verdes e as impurezas são transportados por uma rosca helicoidal e subme-

tidos a um fluxo de ar produzido pelo ventilador para eliminar as pequenas impurezas. Os grãos e as vagens verdes são transportados até o classificador que separa, através de peneiras, os grãos secos das vagens verdes. Os grãos limpos são conduzidos para a unidade de ensacamento ou para o depósito a granel, conforme o modelo da máquina.

COLHEDORA AUTOMOTRIZ

As máquinas colhedoras automotrizes realizam simultaneamente as operações de corte, recolhimento, trilhamento e limpeza dos grãos. As automotrizes convencionais disponíveis no Brasil apresentam desempenho insatisfatório em relação à perda e à danificação de grãos de feijão. O desempenho das máquinas melhorou com o desenvolvimento das plataformas de corte flexíveis (Fig. 5) e dos mecanismos para diminuir os danos aos grãos e a mistura de terra. Algumas colhedoras possuem ajuste do ângulo de operação da plataforma de corte e recolhimento em relação ao terreno, o que ajuda a manter baixa a altura de corte das plantas, a fim de diminuir a perda de grãos.

O mecanismo de trilhamento das colhedoras é formado por cilindro trilhador, com fluxo de plantas no sentido radial ou axial (Fig. 6). O cilindro radial possui barra de dedos ou de estrias que apresenta desempenho inferior aos dedos por danificar maior quantidade de feijão.

Para melhorar o desempenho no feijoeiro, as colhedoras automotrizes devem ser equipadas com um conjunto de acessórios (kit), composto basicamente de:

- dedos levantadores: são acoplados à barra de corte e servem para levantar as plantas acamadas antes da ceifa;
- sapatas de plástico: facilita o deslizamento da plataforma de corte no solo;
- chapa perfurada na plataforma de corte: elimina a terra antes de as plantas entrarem na máquina;



Figura 3 - Sistema de trilhamento



Figura 4 - Unidade de limpeza

NOTA: A - Classificador de grãos; B - Elevador de grãos; C - Sapatas de transporte.



Figura 5 - Plataformas de corte flexível e com ajuste transversal

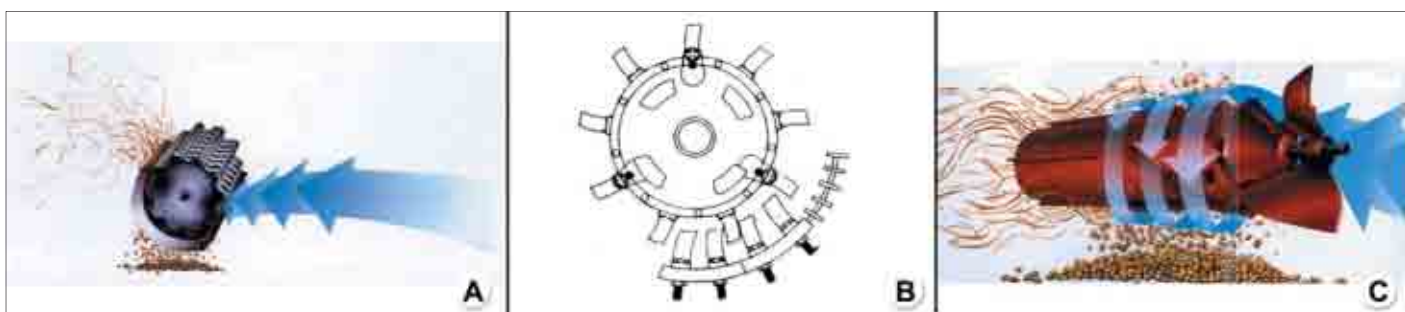


Figura 6 - Sistema de trilhamento das colhedoras

NOTA: A – Cilindro trilhador de barra; B – Cilindro trilhador de dente; C – Cilindro trilhador de fluxo axial.

- d) chapa perfurada no alimentador do cilindro trilhador: elimina a terra antes de as plantas entrarem no sistema de trilhamento;
- e) redutor de velocidade: reduz a velocidade do cilindro trilhador para próximo de 200 rpm;
- f) elevador de canecas: substitui o elevador do tipo raspador para reduzir os danos mecânicos nos grãos;
- g) bandeirão perfurado: elimina a terra dos grãos após o trilhamento.

DESEMPENHO DAS MÁQUINAS COLHEDORAS

Uma colhedora-trilhadora de feijão, com cilindro de fluxo axial e tracionada por trator, foi avaliada utilizando-se a cultivar Pérola, com produtividade de 2.481 kg/h. O equipamento foi submetido a três velocidades de deslocamento (2,6; 3,2 e 4,1 km/h)

e a três taxas de alimentação com leiras formadas por 6, 8 e 10 fileiras de plantas (SILVA et al., 2000). A máquina apresentou capacidade média de trabalho de até 1,7 ha/h. Ao operar nas leiras formadas por 10 fileiras de plantas, que foram cultivadas no espaçamento de 0,5 m, e na velocidade de 4,1 km/h, a capacidade de trabalho atingiu 2,1 ha/h. Observou-se que a máquina teve desempenho satisfatório nas velocidades de operação e nos volumes de leiras empregados nos ensaios, ficando, provavelmente, abaixo da sua capacidade máxima de trabalho. A pureza dos grãos colhidos foi superior a 95% e a quantidade de grãos quebrados foi inferior a 3,8%. A pureza de grãos e a porcentagem de grãos quebrados não alteraram com a variação dos tamanhos das leiras e as velocidades de operação. A perda média de grãos foi de 0,95% (23,7 kg/ha), bem inferior à perda provocada pelo enleiramento das plantas, cuja média foi de 2,8% (70,5 kg/ha).

Noutro experimento, Silva et al. (1999b) estudaram o efeito de três velocidades de operação (2, 4, e 6 km/h) de uma colhedora automotriz com plataforma de corte de 17 pés (5.185 mm) provida de mecanismo levantador de plantas e de cilindro de trilhamento de fluxo axial sobre a altura de corte das plantas e a perda de grãos na colheita de quatro cultivares. No momento da colheita, as cultivares Pérola, Xamego, Carioca e Valente apresentavam teores de água nos grãos de 11,3%, 11,1%, 14,4% e 14,2%, e produtividade de 2.767, 2.445, 2.492 e 2.902 kg/ha, respectivamente. Os feijoeiros ‘Pérola’ e ‘Carioca’ possuem hábito de crescimento indeterminado (tipo 3), e os ‘Xamego’ e ‘Valente’, indeterminado (tipo 2). A altura de corte das plantas pela colhedora não variou em função da velocidade de operação e da cultivar. A superfície plana, desprovida de curvas de nível e de sulcos, permitiu o ceifamento das plantas numa altura uniforme.

A perda de grãos também não foi afetada pelas velocidades de operação da colhedora. Entretanto, ela variou muito entre as cultivares de feijão. Nas cultivares Pérola e Valente, as perdas foram inferiores à proporcionada pela cultivar Carioca. A perda média na 'Xamego' foi semelhante à verificada na 'Valente'. Apesar de as cultivares Pérola e Carioca possuírem plantas ramadoras (tipo 3), na primeira o entrelaçamento entre plantas ocorreu mais distante do solo que na segunda. Por isso, as vagens da 'Pérola' ficam mais altas que as da 'Carioca', o que facilita o ceifamento da planta e reduz a perda de grãos durante a colheita.

Nessa pesquisa, os resultados permitiram as seguintes conclusões:

- a) em solo com superfície plana e desprovida de curvas de nível e de sulcos, a altura média de corte dos feijoeiros foi de 113 mm;
- b) a perda de grãos na colheita direta do feijoeiro variou de 172 kg/ha, na cultivar Pérola, a 435,2 kg/ha, na cultivar Carioca, representando 6,2% e 15,0% de suas produtividades, respectivamente.

CUIDADOS PARA MINIMIZAR A PERDA DE GRÃOS NA COLHEITA

Para que a ceifadora de plantas, a recolhadora-trilhadora e a colhedora automotriz tenham bom desempenho, proporcionando pouca perda de grãos e boa capacidade de trilhamento, é necessária a adoção de diversos procedimentos nas fases de instalação e condução da lavoura e colheita do feijoeiro.

O terreno para a instalação da lavoura, no sistema de plantio direto ou convencional, deve ser adequadamente preparado para receber as sementes e o adubo. Após o preparo, o solo deve ficar sem valetas, buracos, raízes e plantas daninhas. A semeadura deve ser feita para que se obtenha boa uniformidade no espaçamento das sementes, dentro da linha de plantio. Para isso, é necessário o uso de sementes com

elevado percentual de germinação, semeadas mecanicamente na profundidade de 3 a 5 cm, com semeadoras-adubadoras bem reguladas e que causem pouco dano às sementes. Semeadoras que operam em velocidades de até 6 km/h e que possuam dosadores de sementes apropriados e devidamente regulados, geralmente, apresentam boa uniformidade de distribuição de sementes.

Durante a condução da lavoura devem ser adotadas práticas de controle de plantas daninhas, de doenças e de pragas. A adubação nitrogenada em cobertura deve ser realizada na época recomendada, para facilitar o desenvolvimento das plantas. Lavouras mal conduzidas produzem plantas atípicas, inapropriadas para as operações das ceifadoras, das recolhadoras-trilhadoras ou das colhedoras automotrizas.

A colheita feita fora da época ideal pode afetar a produção da lavoura por causar aumento na porcentagem de perda de grãos. Quando o feijoeiro é deixado por um longo período no campo, após a maturação, ocorrem perdas de sementes pela deiscência das vagens, natural ou provocada pela operação de arranquio, principalmente em regiões de clima quente e seco. Também há depreciação das sementes, por ficarem expostas por mais tempo ao ataque de pragas e doenças. A consequência disso é a redução da germinação e do vigor das sementes, e elevação do percentual de sementes infectadas por patógenos e atacadas por insetos.

A uniformidade de maturação das plantas e das vagens é fator de extrema importância para que a colheita seja processada em condições ótimas. Fatores relacionados com o solo, a topografia do terreno, o ambiente, as práticas culturais, as doenças, a disponibilidade de água para as plantas e o hábito de crescimento das cultivares influenciam a maturação do feijoeiro. As cultivares de hábito de crescimento determinado (tipo I) apresentam maturação uniforme. Algumas cultivares de hábito indeterminado, principalmente dos tipos III e IV, apresentam maturação desuniforme, o que pode elevar as perdas na colheita.

MÉTODOS PARA MEDIR PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA

É de extrema importância determinar as perdas de grãos antes e durante a operação das máquinas colhedoras. Dessa forma, é possível avaliar o prejuízo e tomar as devidas providências para reduzi-lo.

Basicamente, existem três métodos para avaliar as perdas: o visual, o da quantificação e o do copo medidor. O método visual, apesar de ser bastante utilizado pelos produtores, não reflete com precisão o grau de perdas durante a operação de colheita. O método de quantificação feito por pesagens demanda o uso de balança, e o feito pela contagem de grãos exige muito trabalho e tempo para avaliação. O método de avaliação pelo copo medidor deve ser o preferido, por ser mais simples, preciso e rápido na obtenção dos resultados.

Desenvolvimento de um medidor de perdas de grãos

O medidor de perdas (Fig. 7) de grãos é empregado após a operação de colheita. Ele é confeccionado em plástico transparente, apresenta escala específica para o feijão,



Figura 7 - Medidor de perdas de grãos na colheita do feijoeiro

que indica a quantidade de grãos perdidos na colheita com base no volume do medidor ocupado pelos grãos. A escala do copo medidor foi elaborada para fornecer os resultados de perdas em sacas (60 kg) por hectare (SILVA et al., 1999a). Ele foi desenvolvido a partir da determinação do volume e da massa de 1.000 grãos de 101 cultivares/linhagens dos grupos carioca, preto, mulatinho, roxo, jalo e branco. O medidor, além de determinar as perdas, permite também estimar a produtividade da lavoura, independente do tipo e do tamanho do grão. Constitui-se numa forma fácil, precisa e prática de medir as perdas na colheita do feijoeiro, a exemplo do que já existe para as culturas do arroz, da soja e do milho.

Para medir as perdas na colheita do feijoeiro são necessários o medidor de perdas e uma armação feita com barbante e ripas de madeira. A perda deve ser quantificada em pelo menos três áreas de 2 m². A armação deve ser colocada sobre o solo em posição transversal às fileiras ou à leira de plantas, de forma que cubra integralmente

uma passada da colhedora-trilhadora ou da colhedora automotriz. Dentro da área demarcada são coletados os grãos que caíram no solo. Estes são então depositados no medidor e a quantidade de perda é indicada diretamente no medidor.

Os procedimentos adotados para a determinação das perdas são os seguintes:

- a) antes da operação da máquina: retirar as plantas enleiradas da área de medição e avaliar a perda devida ao arranquio e ao enleiramento manual das plantas;
- b) depois da operação da máquina: avaliar, em outra área de medição, a perda total de grãos, devida ao arranquio e enleiramento manual das plantas e à operação da máquina colhedora-trilhadora;
- c) perda devida à utilização da colhedora-trilhadora: subtrair da perda total de grãos (item b) a perda no arranquio e enleiramento manual (item a);

d) copo medidor: em áreas de 2 m², coletar os grãos sobre o solo e os de vagens desprendidas das plantas e depositar no copo medidor. A leitura é feita diretamente e é fornecida em sacas por hectare.

A produtividade estimada, em sacas por hectare, é avaliada em áreas de 2 m², adotando-se o procedimento de depositar os grãos colhidos no medidor.

Para avaliar a perda de grãos causada durante a operação da colhedora automotriz, deve-se, antes da colheita, medir a perda causada pela degrana natural, e, depois, medir a perda total. Por fim, subtrair a perda total da natural para obter a perda provocada pela colhedora.

Os principais problemas, as possíveis causas e as respectivas soluções, relacionadas com as perdas na colheita mecânica são apresentados no Quadro 1, para as operações com a colhedora automotriz e, no Quadro 2, para as operações com a colhedora-trilhadora.

QUADRO 1 - Operação com colhedora automotriz

Problema	Causa	Solução
Grãos debulhados na colhedora antes do ceifamento das plantas	Rotação do molinete não está ajustada à velocidade da colhedora Velocidade excessiva da colhedora	Regular a rotação do molinete em relação ao deslocamento da máquina e às condições da lavoura Operar a colhedora com velocidade inferior a 4 km/h.
Perda de grãos e de vagens durante o ceifamento	Altura elevada de corte das plantas Presença de sulco deixado pela semeadora na linha de plantio	Regular a plataforma para cortar as plantas rente ao solo Usar plataforma de corte flexível Usar levantador de plantas na plataforma de corte Operar a colhedora no sentido transversal às linhas de plantio
Presença de muitos grãos quebrados no graneleiro	Velocidade excessiva do cilindro trilhador Grãos com baixo teor de água Sistema de elevação de grãos inadequado	Reduzir a velocidade do cilindro trilhador e/ou aumentar a folga entre cilindro e côncavo Evitar colher nas horas mais quentes do dia Substituir o sistema de elevação raspador por um de caneca
Grãos sujos de terra	Plataforma de corte recolhendo muita terra	Controlar melhor a altura de corte da plataforma Usar chapas perfuradas na plataforma de corte, no alimentador do cilindro trilhador e no bandeirão da máquina
Grãos com excesso de impureza	Fluxo de ar e peneiras mal regulados	Regular o fluxo de ar e as peneiras da máquina

Quadro 2 - Operação com recolhedor-trilhadora

Problema	Causa	Solução
Recolhimento parcial da leira	Leira dentro de buraco ou vala Molas da esteira com muita tensão Cilindro recolhedor passando longe do solo	Leirar o feijoeiro em local plano Diminuir a tensão das molas de forma que o cilindro nivelador toque e deslize suavemente no solo Diminuir a distância entre o cilindro e o solo para próximo de 4 cm
Feijão sujo de terra	Dedos do cilindro recolhedor entrando em contato com o solo Molas da esteira frouxas Excesso de torrões na leira	Aumentar a distância do cilindro recolhedor em relação ao solo Apertar a rosca do esticador das molas Eliminar os torrões da leira ou diminuir o tempo de trilhamento no caso de feijão seco
Perda de feijão no recolhimento	Vagens abrem durante o recolhimento em razão de o feijão estar muito seco	Colher nas horas de maior umidade e mais baixa temperatura, diminuir a velocidade do trator, leirar de maneira que o feijoeiro não fique esparramado
Perda de grãos trilhados na saída de palha	Tela do cilindro trilhador obstruída por impurezas Grande volume de palha sendo eliminado Fluxo excessivo de ar Excesso de rotação no cilindro trilhador	Diminuir a distância entre os pinos trilhadores e a tela Regular apenas o último pino batedor para triturar mais a palha Regular o fluxo de ar do ventilador Regular a rotação da tomada de potência do trator para 540 rpm
Perda de vagem na saída de palha	Pouco tempo de trilha	Regular os quatro últimos pinos trilhadores para aumentar o tempo de trilha
Quebra de grãos	Volume pequeno de feijoeiros na leira Pinos trilhadores passam perto da tela do cilindro trilhador Excesso de rotação do cilindro trilhador ou tempo de trilha muito longo	Aumentar o volume da leira Aumentar a distância entre os pinos e a tela Diminuir a rotação da tomada de potência do trator e o tempo de trilha
Feijão com impurezas	Fluxo de ar mal regulado Excesso de trilhamento e de rotação	Regular o fluxo de ar Regular a posição dos pinos trilhadores em relação à tela e à rotação do cilindro trilhador

REFERÊNCIAS

NEUBERN, R.G.; CARVALHO, N.M. Maturação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v.4, n.1, p.28-32, 1976.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: ABRATES, 1985. 289p.

SILVA, C.M. da; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C. S. Qualidade fisiológica das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) colhidas em diferentes períodos após a fecundação do óvulo. **Revista**

Ceres, Viçosa, MG, v.22, n.122, p.267-271, jul./ago. 1975.

SILVA, J.G. da; AIDAR, H.; BEDUSHI, L.C. Medidor de perdas de grãos na colheita do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999a. p.452-454. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

_____; _____; _____; MARDEGAN FILHO, J.; FONSECA, J.R. **Mecanização da**

colheita do feijoeiro: uso de recolhedoras trilhadoras. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 23p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 37).

_____; _____; KLUTHCOUSKI, J. Colheita direta do feijoeiro com colhedora automotriz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999b. p.432-433. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

Amistar

A evolução natural dos fungicidas

Para quem sabe
que área
verde é área útil

- Proteção total da área foliar contra ataque de mancha angular, alternaria e ferrugem
- Proteção contra antracnose
- Plantas com maior vigor e folhas mais saudáveis
- Maior produção e qualidade
- Aumento no retorno do investimento
- Seguro para o homem e o meio ambiente*

* Seguindo as recomendações do rótulo/bula



syngenta

www.syngenta.com.br

VALLEY 

50

anos no Brasil

1954 - 2004

**Fizemos 50 anos, graças
a você agricultor.**



VALLEY 

A marca de maior confiança em irrigação.



VALMATIC

1978



ABRASIL

1954

www.pivotvalley.com.br